

제주도 연안 해양환경과 어류군집의 계절별 특성 (2012~2013년)

고준철[†] · 김보연 · 김맹진 · 박성은 · 김종빈 · 차형기^{*}
([†]국립수산과학원 아열대수산연구센터 · ^{*}독도수산연구센터)

A Seasonal Characteristic of Marine Environment and Fish Assemblage in the Coastal waters Jeju Island, Korea from 2012 to 2013

Jun-Cheol KO[†] · Bo-Yeon KIM · Maeng-Jin KIM · Sung-Eun PARK · Jong-Bin KIM · Hyung-Kee CHO^{*}
([†]NFRDI, Subtropical Fisheries Research Center · ^{*}Dokdo Fisheries Research Center)

Abstract

A seasonal characteristic of marine environment and fish assemblages in the coastal waters of Jeju Island were determined using samples collected by a trammel net in from 2012 to 2013.

Annual mean temperature and salinity were 18.8°C, 33.7psu (2012) and 18.8°C, 33.8psu (2013) which shows stable water mass. nutrient concentrations represent that dissolved inorganic nitrogen (DIN) ranged from 0.030 to 0.217mg/L, dissolved inorganic phosphorus (DIP) from 0.002 to 0.010mg/L, and silicate (SiO₂) from 0.096 to 0.292mg/L. Chlorophyll a concentrations of phytoplankton ranged from 0.905 to 1.125µg/L were appeared the highest in summer and the lowest in winter. Suspended Solid(SS) concentrations ranged from 1.200 to 2.100mg/L (mean, 1.634mg/L) were appeared the highest in autumn and the lowest in spring.

During the survey period, a total of 83 species (48 families and 12 orders) of fishes were identified, Perciformes and Scorpaeniformes accounted for 63.9% of the total number. The number of species was higher in summer than in winter, showing a peak in summer at 57 species and a low in winter at 47 species. The number of individuals and the biomass peaked in summer at 694 individuals and 151.9kg, and were the lowest in autumn at 466 individuals and 106.5kg.

The diversity index, evenness index and richness index were appeared 2.92~3.14, 0.75~0.83 and 7.06~8.56 at each stations. the dominance index were appeared highest in spring and summer, were appeared the lowest in winter and autumn.

The Filefish (*Stephanolepis cirrhifer*), Bluestriped angelfish (*Chaetodontoplus septentrionalis*), Marbled rockfish (*Sebastes marmoratus*), Rabbit fish (*Siganus fuscescens*), Blackfin sweeper (*Pempheris japonica*) were dominant species, which occurred abundantly during the entire survey period.

The subtropical fishes were identified total of 41 species (49.4%) and the number of species was higher in summer at 29 (50.9%) species and a low in winter at 20 (42.6%) species. The dominant species of subtropical fishes were appeared Bluestriped angelfish, Blackfin sweeper, Rabbit fish, Scarbreast tuskfish (*Choerodon azurio*), Ballonfish (*Diodon holocanthus*), Flagfish (*Goniistius zonatus*), Blue-spotted boxfish (*Ostracion immaculatus*) in study sites. The subtropical fishes of species, individual and biomass showed significant correlation with environmental factors (Chlorophyll a, DIN, DIP, SiO₂) in almost all sampling sites.

Key words : Fish assemblage, Jeju Island, Species composition, Subtropical fishes

[†] Corresponding author : 064-750-4375, kjc3410@korea.kr

※ 본 연구는 국립수산과학원 수산시험연구사업 (RP-2014-FR-016) 에 의해 수행되었음.

I. 서론

제주도 주변해역의 해황은 한국남해연안수와 황해저층냉수가 제주도 북부해역에 영향을 미치고, 서부 및 남·동부해역은 양쯔강 유출수와 대마난류수가 시기별로 영향을 미쳐 복잡하고 다양한 해황상태를 나타내 한국 연근해에 내유하는 회유성 어종의 회유경로 및 고등어, 오징어, 전갱이 등 주요 난류성 어종의 어장이 형성되는 등 우리나라 수산업 측면에서 매우 중요한 해역이다 (Ko et al., 2003). 그러나, 전 세계적인 기후변화에 대한 문제가 대두되면서 제주도 주변의 해황과 해양생태계가 변화하고 있는 추세로, 최근 30년 동안 제주도 기온은 0.035°C/year, 해수면 온도는 0.024°C/year 의 상승률로 비교적 높은 상승추세에 있으며 특히, 계절별 수온 중 겨울철 수온이 0.047°C/year 로 가장 높은 상승률을 나타내 제주도 주변해역의 해수면 온도는 제주도 기온변화와 편승해 뚜렷한 상승추세 보이고 있다 (Jang et al., 2006). 이처럼, 전 지구적 기후변화 추세는 인간이 이용하는 농업 및 수산업 분야에서도 변화를 초래하고 있는데 특히, 해양생태계 변화의 경우도 난류성 어종인 오징어는 서해안에서 출현율이 증가하고 있고, 대표적 한류성 어종인 명태의 남하 한계선의 북상 및 수온이 상승하면서 남해안의 김양식장의 녹는 현상이 발생하는 등 기후변화에 따라 주요 어종의 어황변화나 수산자원이 달라지고 있다 (Park et al., 2000).

한편, 과거 제주도 연안에서 볼 수 없었던 아열대성 어류의 출현이 지속적으로 증가하고 있으며, 해마다 새로운 한국 미기록 어종 및 해양생물들이 보고되고 있는 추세 (Han et al., 2008; Park et al., 2008; Kim & An, 2010; Choi & Lee, 2010) 로 이 들 난류권 해양생물의 가입과 서식 및 어류분포에 가장 큰 영향을 미치는 수괴로는 크게 대마난류수와 양쯔강 유출수로 대변할 수 있으며, 이러한 해양환경 변화에 따라 제주연안

에 서식하는 어류 군집양상도 급격하게 변화하고 있다.

지금까지 제주도 연안에서 보고된 어류상에 관한 연구로는 (Go & Shin, 1988, 1990; Go & Cho, 1997; Myoung, 1997; Choi et al., 2003; Choi et al., 2013; Lee et al., 2009; Kim et al., 2008a, b, c; Kim et al., 2010a, b) 등 미기록종 및 특정 해역에 대한 연구와 제주연안에 설치된 인공어초 주변 어류상 (Kim et al., 2011; Oh et al., 2010; Koh et al., 2004) 및 제주연안 정치망의 어류 종조성 (Kim et al., 2009; Lee & Choi, 2008; Cha et al., 2008; Cha et al., 2004; Cha et al., 2001) 등 많은 연구가 수행되었지만, 제주도 본섬 보다 상대적으로 종다양도가 매우 높은 제주남부의 무인 섬을 중심으로 수중잠수조사에 의한 육안관찰, 인공 구조물 및 특정 해역에서만 국한되게 조사되어 왔고, 제주연안에서 동, 서, 남, 북 방향별로 해양환경특성이 다르게 나타나는 해역별 연안에 대한 구체적인 조사는 이루어지지 않은 실정이다.

따라서, 본 연구는 아열대화에 따른 어류 군집 구조 양상이 변화하고 있는 가운데 최근, 2년 동안 제주연안의 동, 서, 남, 북 해역별 및 계절별 해양환경특성, 마을어장 서식하고 있는 어류의 출현 종조성과 분포실태 및 계절적 변화양상을 파악하고, 연도별, 해역별 아열대성 어류 출현상황과 해양환경요인과의 상관분석 등을 종합적으로 파악하여 향후 해양환경 변화에 따른 어류 군집구조 변화 연구를 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

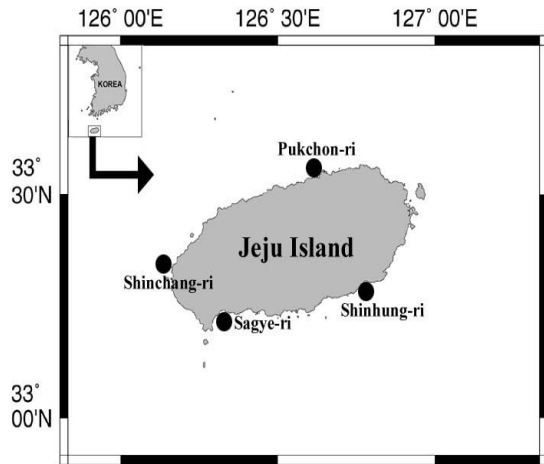
제주도 연안 마을어장 (수심 15m 이내) 에서 서식하는 어류들에 대한 어류군집과 계절적 변화를 파악하기 위해 2012년부터 2013년까지 2년 동안 동계 (2월), 춘계 (5월), 하계 (8월), 추계 (11

월) 시기별 조사를 제주연안 해역별 (동부: 신흥리, 서부: 신창리, 남부: 사계리, 북부: 북촌리) 대표정점에서 해양환경 및 어획시험조사를 실시하였다 [Fig. 1]. 어획시험조사는 어선 (5톤 미만)을 이용하여 삼중자망 (1폭 2m, 길이 35m, 높이 2.0m) 10폭을 사용하여 조류가 잔잔한 조급시기에 맞춰 투망 후 다음날 양망하였고, 선상에서 YSI (6600-V2) 를 이용하여 수온 및 염분을 측정하고, 해양수질특성을 파악하기 위해 채수기로 표층과 저층 해수 2L를 채수하였다. 부유물질 (SS) 은 현장에서 일정량의 해수 시료를 미리 건조시켜 무게를 측정한 GF/F 유리여과지로 여과한 후 여과지를 패트리 접시에 보관하여 실험실로 옮겼다. 이후 여과지를 건조오븐에서 105°C 하에서 24시간 건조시킨 후 전자저울 (Satorius CP124S, Germany) 을 사용하여 정량하였고, 클로로필 a (Chlorophyll-a) 는 해수 시료를 현장에서 GF/F 유리여과지로 여과하고 이 유리 여과지를 드라이아이스로 냉동 보관하여 실험실로 옮겨와 90% 아세톤 용액에 넣고 색소체를 추출하였다. 추출된 용액은 Parsons et al., (1984) 의 방법에 따라 spectrophotometer (UVIKON XS, France) 로 측정하였다. 영양염류 (DIN, DIP, SiO₂) 는 해양환경공정시험방법 (2005b) 에 의한 수분석법을 이용하여 측정하였다.

현장에서 어획된 시료는 실험실로 운반한 후 어류 분류체계 및 종 동정은 한국동물분류학회 (1997), Kim et al. (2001), Masuda et al. (1992), Nakabo (1993) 에 따라 실시하였고, 각 어구별로 어획된 어획물 전량에 대해 개체수, 체장 및 생체량을 측정하였다.

어획된 시료에 대한 군집분석은 McNaughton (1967) 의 군집우점도 (Dominance index) 를 이용하여 각 해역별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였으며 조사해역에 따른 종다양성 분석은 Shannon & Wiener (1949) 의 종다양도 지수 (Species diversity index, H'), Pielou (1969) 의 균등도 (E') 와 Margalef (1958) 의 종

풍도지수 (R) 를 사용하였다. 각 해역에서 우점도는 K-dominance 곡선으로 비교하였고 (Lambhead et al., 1983), 해역별 출현한 어종의 유·무로 각 정점의 유사도 (similarity)를 분석하였으며 (Bray & Curtis, 1957), 그룹 간 유의차는 SIMPROF (similarity profile) test 를 실시하여 검정하였다. 그룹 간 유의차가 확인되면 SIMPER (Similarity percentage) 분석을 실시하여 각 그룹 간 비유사도 (dissimilarity) 에 기여하는 종을 확인하였다. 군집분석은 PRIMER version 6 (Clarke & Gorley, 2006) 를 이용하여 산출 및 도식화 하였다.



[Fig. 1] A map of the four study sites in Jeju Island, Korea from 2012 to 2013.

III. 결과

1. 해양환경특성

조사해역에서 2012년부터 2013년까지 계절별 (동계; 2월, 춘계; 5월, 하계; 8월, 추계; 11월) 로 조사된 표·저층의 수온, 염분 결과와 각 해역별, 조사 시기별 저층해수의 환경인자 및 생화학적 요인에 대해 한 각 항목별들을 연 평균한 값을 [Fig. 2], <Table 1> 에 나타냈다.

조사해역별 표층수온은 12.8~27.8°C 로 동계에

가장 낮고, 하계에 높게 나타나는 전형적인 계절적 패턴을 보였으며, 연 평균수온은 2012년에 18.9°C, 2013년에 19.1°C 로 2013년도가 0.2°C 높은 것으로 나타났다. 해역별 평균수온은 17.9°C ~ 19.5°C 로 북촌리 17.9°C, 신창리 19.3°C, 신흥리 19.4°C, 사계리 19.5°C 의 순으로 북부해역이 낮고, 남부해역에서 높게 나타났으며, 조사기간 동안 북부해역과 남부해역의 연 평균 수온차는 약 1.6°C 로 조사되었다.

저층수온은 12.2~28.4°C 로 가장 낮은 수온은 표층과 동일하지만, 2013년 8월 북촌에서 28.4°C 로 표층수온 (27.8°C) 에 비해 0.6°C 높게 나타나 조사기간 중 가장 높은 수온 값을 나타냈다. 연 평균수온은 2012년에 18.7°C, 2013년에 18.5°C 로 2012년도가 0.2°C 높은 것으로 나타났고, 해역별 평균수온은 17.7°C ~ 19.5°C 로 북촌리 17.7°C, 사계리 18.5°C, 신창리 18.6°C, 신흥리 19.5°C 의 순으로 가장 낮은 수온은 표층과 같은 양상으로 북부해역에서 낮게 나타났지만, 가장 높은 수온은 동부해역에서 높게 나타났으며, 조사기간 동안 북부해역과 동부해역의 연 평균 수온차는 약 1.8°C 로 나타났다.

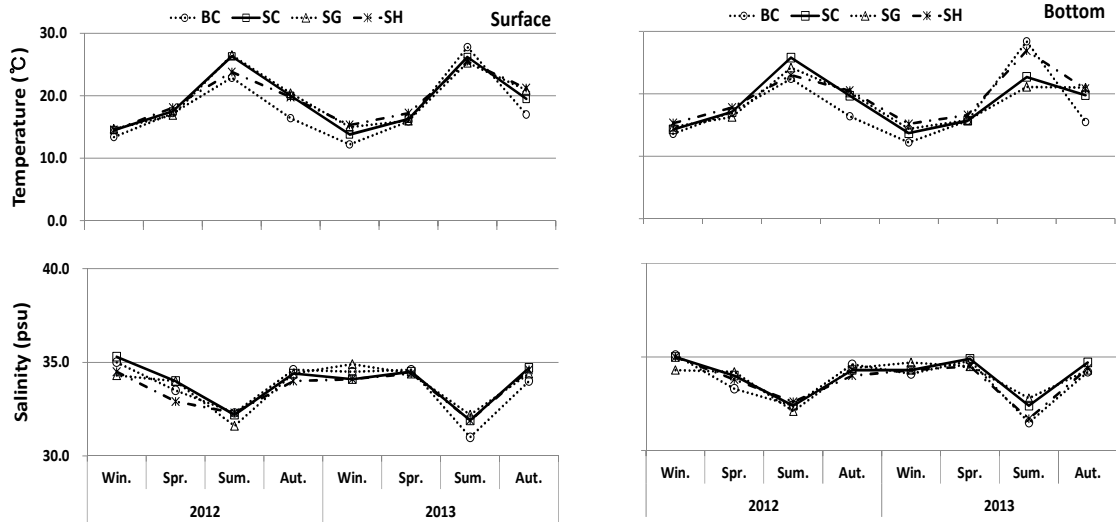
조사기간 동안 표·저층의 염분은 31.5~35.3psu 로 하계에 낮고, 동계에 높게 나타났으며, 각 해역별 표층과 저층간 염분차는 크지 않고 비교적 균질한 값을 보였다. 해역별 연 평균염분은 대체로 2012년에 비해 2013년도가 약간 높게 나타났으며, 2013년 신창과 사계리에서 34.1psu 로 높고, 2012년 신흥리에서 33.4psu 로 가장 낮은 값을 나타냈다. 조사기간 동안 해역별 평균 염분변화는 서부해역에서 비교적 높고, 동부해역에서 낮게 나타났지만, 해역별 염분차는 0.01~0.03psu 로 미미하여 대부분 균질한 것으로 나타났다.

영양염류 결과로써 용존무기질소 (DIN) 농도는 0.030~0.217mg/L 로 동계에 평균 0.131mg/L, 춘계에 0.104mg/L, 하계에 0.047mg/L, 추계에 0.070mg/L

로 동계에 높고, 하계에 낮게 나타났다. 해역별로는 북촌리에서 동계 (0.217mg/L) 과 하계 (0.030mg/L) 에 가장 높고, 낮은 값이 나타났으며, 다른 해역에 비해 북촌리 에서만 동계과 추계에 농도가 가장 높고, 춘계와 하계에 가장 낮은 농도를 나타냈다. 용존무기인 (DIP) 농도는 0.002~0.010mg/L 로 동계와 춘계에 각각 평균 0.007mg/L, 하계에 0.004mg/L, 추계에 0.006mg/L 로 동계와 춘계에 높고, 하계에 낮게 나타났다. 해역별로는 북촌리에서 용존무기인 변화와 같은 양상으로 동계 (0.010mg/L) 와 하계 (0.002mg/L) 에 가장 높고, 낮은 값이 나타났으며, 하계 관측 값을 제외한 동계와 춘계에 북촌리와 신창리에서 비교적 높은 농도를 보였고, 추계에 사계리와 신흥리에서 낮은 값을 나타냈다. 규산규소 (SiO₂) 의 경우 계절별 평균 농도가 춘계에 0.292mg/L, 하계 0.247mg/L, 추계 0.170mg/L, 동계 0.096mg/L 로 춘계에 높고, 동계에 낮게 나타났다. 해역별로는 춘계에 신흥리 에서 0.369mg/L 로 가장 높은 값을 보였고, 동계 사계리 에서 0.002mg/L 로 가장 낮았으며, 특히, 사계리 에서 하계를 제외한 모든 계절에서 농도가 가장 낮게 나타났다.

부유물질 (SS) 의 경우 평균 1.2~2.1mg/L 농도로 춘계에 높고, 춘계에 낮게 나타났다. 해역별로는 신흥리 에서 춘계와 하계에 농도가 높게 나타났고, 북촌리 에서 춘계에 2.7mg/L 로 조사기간 중 가장 높은 값을 나타냈지만, 동계, 춘계, 하계 농도 값은 조사해역 중 가장 낮게 나타났다. 그 해역의 기초 생산력을 나타내는 클로로필 a (Chlorophyll-a) 평균값은 0.905~1.251 μg/L 로 나타났으며, 시기별로는 하계에 1.251 μg/L, 추계 1.158 μg/L, 춘계 1.090 μg/L, 동계 0.905 μg/L 로 하계에 높고, 동계에 낮은 분포를 보였다. 해역별로는 하계에 신흥리 에서 1.554 μg/L 로 조사기간 중 가장 높은 값을 나타냈고, 동계에 북촌리 에서 0.630 μg/L 로 가장 낮게 나타났다.

제주도 연안 해양환경과 어류군집의 계절별 특성 (2012~2013년)



[Fig. 2] Seasonal and regional variations of mean Temperature(°C), Salinity(psu) at four study sites in Jeju Island from 2012 to 2013. (BC; Bukchon, SC; Sinchang, SG; Sagye, SH; Sinihung).

<Table 1> Seasonal and regional variations of mean physical and chemical values at sampling stations in the coastal water of Jeju Island from 2012 to 2013. (BC; Bukchon, SC; Shinchang, SG; Sagye, SH; Shinhung)

| | Winter | | | | Spring | | | | Summer | | | | Autumn | | | |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | BC | SC | SG | SH | BC | SC | SG | SH | BC | SC | SG | SH | BC | SC | SG | SH |
| DIN(mg/L) | 0.217 | 0.080 | 0.045 | 0.181 | 0.073 | 0.130 | 0.095 | 0.117 | 0.030 | 0.063 | 0.049 | 0.044 | 0.097 | 0.075 | 0.048 | 0.058 |
| DIP(mg/L) | 0.010 | 0.008 | 0.006 | 0.006 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.006 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.005 |
| SiO ₂ (mg/L) | 0.174 | 0.071 | 0.002 | 0.135 | 0.311 | 0.274 | 0.212 | 0.369 | 0.165 | 0.324 | 0.182 | 0.317 | 0.231 | 0.165 | 0.129 | 0.154 |
| SS(mg/L) | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 0.7 | 1.4 | 0.9 | 2.0 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 2.7 | 1.5 | 2.3 | 1.7 |
| Chl.a(μg/L) | 0.630 | 0.917 | 0.718 | 1.357 | 1.222 | 1.174 | 1.182 | 0.782 | 1.142 | 1.135 | 1.173 | 1.554 | 1.300 | 1.036 | 1.357 | 0.939 |

2. 연도별 출현종 현황

조사기간 동안 삼중자망에 의해 어획된 출현종에 대한 연도별 출현종수, 개체수 및 생체량에 대한 결과를 <Table 2> 에 나타냈다. 조사결과 어획된 어종은 총 12목 48과 83종으로 이 중 농어목 (Perciformes) 어류가 23과 42종으로 전체 출현종의 43.0%로 높은 점유율을 차지하였고, 다음으로는 썸뱅이목 (Scorpaeniformes) 어류가 6과 17종, 점유율 20.9% 로 나타났다. 전체 어획된 어류의 개체수와 생체량은 총 2,123개체, 511.7kg 이었다. 개체수 상위종은 쥐치가 417개체 (19.6%)

로 가장 많았고, 썸뱅이 186개체 (8.8%), 불락 137개체 (6.5%), 청줄돔 114개체 (5.4%), 주걱치 84개체 (4.0%)의 순으로 나타났으며 생체량 상위종은 쥐치 58.8kg (11.5%), 썸뱅이 36.5kg (7.1%), 독가시치 35.1kg (6.9%), 넙치 34.8kg (6.8%), 불락 29.8kg (5.8%), 가시복 29.8kg (5.8%), 호박돔 27.8kg (5.5%) 의 순으로 나타났다.

어획된 어종의 연도별 출현현황의 경우 2012년 10목 39과 67종 (961개체 249.2kg), 2013년 10목 41과 66종 (1,162개체 262.4kg) 으로 출현종수는 2013년에 1종이 감소 하였지만, 개체수와 생체량

에 있어서 2012년에 비해 증가한 것으로 나타났다. 2012년 개체수 상위종은 쥐치 190개체 (19.8%), 쏨뱅이 81개체 (8.4%), 청줄돔 60개체 (6.2%), 생체량 상위종은 쥐치 27.8kg (11.2%), 독가시치 19.8kg (8.0%), 가시복 19.3kg (7.8%) 의

순이었고, 2013년 개체수 상위종은 쥐치 227개체 (19.5%), 쏨뱅이 105개체 (9.0%), 볼락 86개체 (7.4%), 생체량 상위종은 쥐치 31.0kg (11.8%), 넙치 23.8kg (9.1%), 쏨뱅이 18.7kg (7.1%) 의 순으로 나타났다.

<Table 2> Annual variations in species composition of fish collected by a trammel net in the coastal water of Jeju Island from 2012 to 2013

| Species | 2012 | | | | 2013 | | | | Total | | | |
|--------------------------------------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Triakis scyllium</i> | | | | | 1 | 0.1 | 1.2 | 0.5 | 1 | <0.1 | 1.2 | 0.2 |
| <i>Narke japonica</i> | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 4 | 0.3 | 1.7 | 0.6 | 5 | 0.2 | 1.9 | 0.4 |
| <i>Platyrrhina sinensis</i> | 3 | 0.3 | 2.6 | 1.0 | 1 | 0.1 | 1.4 | 0.5 | 4 | 0.2 | 3.9 | 0.8 |
| <i>Dasyatis akajei</i> | 3 | 0.3 | 3.1 | 1.2 | 1 | 0.1 | 2.2 | 0.9 | 4 | 0.2 | 5.3 | 1.0 |
| <i>Urolophus aurantiacus</i> | 6 | 0.6 | 2.8 | 1.1 | 5 | 0.4 | 1.8 | 0.7 | 11 | 0.5 | 4.6 | 0.9 |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 44 | 4.6 | 0.9 | 0.3 | 42 | 3.6 | 0.5 | 0.2 | 86 | 4.1 | 1.4 | 0.3 |
| <i>Plotosus lineatus</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Aulopus japonicus</i> + | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Trachinocephalus myops</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 1 | <0.1 | 0.3 | 0.1 |
| <i>Lophiomus setigerus</i> | 1 | 0.1 | 1.2 | 0.5 | | | | | 1 | <0.1 | 1.2 | 0.2 |
| <i>Lophius litulon</i> | 1 | 0.1 | 8.3 | 3.3 | | | | | 1 | <0.1 | 8.3 | 1.6 |
| <i>Antennarius issimus</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Monocentris japonica</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 2 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 3 | 0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Zeus faber</i> | 29 | 3.0 | 6.9 | 2.8 | 29 | 2.5 | 7.2 | 2.7 | 58 | 2.7 | 14.1 | 2.8 |
| <i>Ocosia vespa</i> + | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Inimicus japonicus</i> | 8 | 0.8 | 2.9 | 1.2 | 7 | 0.6 | 2.9 | 1.1 | 15 | 0.7 | 5.7 | 1.1 |
| <i>Pterois lunulata</i> + | 4 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 6 | 0.5 | 1.0 | 0.4 | 10 | 0.5 | 1.7 | 0.3 |
| <i>Scorpaena miostoma</i> + | | | | | 8 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 8 | 0.4 | 0.5 | 0.1 |
| <i>Scorpaenodes littoralis</i> + | 14 | 1.5 | 1.0 | 0.4 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 18 | 0.8 | 1.5 | 0.3 |
| <i>Scorpaenopsis cirrhosa</i> + | 24 | 2.5 | 8.1 | 3.3 | 17 | 1.5 | 7.1 | 2.7 | 41 | 1.9 | 15.2 | 3.0 |
| <i>Sebastes hubbsi</i> | 2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 3 | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| <i>Sebastes inermis</i> | 51 | 5.3 | 11.7 | 4.7 | 86 | 7.4 | 18.0 | 6.9 | 137 | 6.5 | 29.8 | 5.8 |
| <i>Sebastes pachycephalus</i> | 6 | 0.6 | 1.7 | 0.7 | 5 | 0.4 | 0.7 | 0.3 | 11 | 0.5 | 2.3 | 0.5 |
| <i>Sebastes schlegeli</i> | 16 | 1.7 | 5.1 | 2.0 | 1 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | 17 | 0.8 | 5.7 | 1.1 |
| <i>Sebastes marmoratus</i> | 81 | 8.4 | 17.8 | 7.2 | 105 | 9.0 | 18.7 | 7.1 | 186 | 8.8 | 36.5 | 7.1 |
| <i>Chelidonichthys spinosus</i> | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.2 | <0.1 |
| <i>Platycephalus indicus</i> | | | | | 2 | 0.2 | 1.0 | 0.4 | 2 | 0.1 | 1.0 | 0.2 |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | 5 | 0.5 | 2.1 | 0.8 | 5 | 0.4 | 1.8 | 0.7 | 10 | 0.5 | 3.9 | 0.8 |
| <i>Pseudoblennius cottoides</i> + | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Pseudoblennius percoides</i> | 6 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | | | | | 6 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| <i>Liparis tanakai</i> | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.2 | <0.1 |
| <i>Lateolabrax japonicus</i> | 6 | 0.6 | 4.2 | 1.7 | | | | | 6 | 0.3 | 4.2 | 0.8 |
| <i>Epinephelus bruneus</i> + | 3 | 0.3 | 1.5 | 0.6 | 9 | 0.8 | 3.2 | 1.2 | 12 | 0.6 | 4.7 | 0.9 |
| <i>Epinephelus septemfasciatus</i> + | 3 | 0.3 | 0.8 | 0.3 | 11 | 0.9 | 3.3 | 1.2 | 14 | 0.7 | 4.0 | 0.8 |

제주도 연안 해양환경과 어류군집의 계절별 특성 (2012~2013년)

<Table 2> Continued

| Species | 2012 | | | | 2013 | | | | Total | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Apogon doderleini</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 2 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 3 | 0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Apogon cookii</i> + | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Apogon semilineatus</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Seriola dumerili</i> + | 2 | 0.2 | 1.1 | 0.5 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 3 | 0.1 | 1.4 | 0.3 |
| <i>Seriola lalandei</i> | 3 | 0.3 | 4.5 | 1.8 | 1 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 4 | 0.2 | 5.0 | 1.0 |
| <i>Trachurus japonicus</i> | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 43 | 3.7 | 3.3 | 1.3 | 44 | 2.1 | 3.4 | 0.7 |
| <i>Parapristipoma trilineatum</i> | 7 | 0.7 | 2.5 | 1.0 | 18 | 1.5 | 5.1 | 1.9 | 25 | 1.2 | 7.6 | 1.5 |
| <i>Pagrus major</i> | 44 | 4.6 | 15.2 | 6.1 | 24 | 2.1 | 11.3 | 4.3 | 68 | 3.2 | 26.5 | 5.2 |
| <i>Lethrinus nematacanthus</i> + | 2 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 10 | 0.9 | 2.5 | 1.0 | 12 | 0.6 | 3.1 | 0.6 |
| <i>Lethrinus haematopterus</i> + | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.3 | 0.1 |
| <i>Pseudupeneus spilurus</i> + | 1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2 | 0.1 | 0.8 | 0.2 |
| <i>Pempheris japonica</i> + | 12 | 1.2 | 0.7 | 0.3 | 72 | 6.2 | 4.0 | 1.5 | 84 | 4.0 | 4.7 | 0.9 |
| <i>Chaetodon modestus</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> + | 60 | 6.2 | 7.7 | 3.1 | 54 | 4.6 | 6.8 | 2.6 | 114 | 5.4 | 14.5 | 2.8 |
| <i>Girella leonina</i> + | 9 | 0.9 | 1.7 | 0.7 | 18 | 1.5 | 5.4 | 2.1 | 27 | 1.3 | 7.1 | 1.4 |
| <i>Girella punctata</i> | 8 | 0.8 | 4.0 | 1.6 | 28 | 2.4 | 8.9 | 3.4 | 36 | 1.7 | 12.8 | 2.5 |
| <i>Microcanthus strigatus</i> + | 12 | 1.2 | 0.8 | 0.3 | 9 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 21 | 1.0 | 1.3 | 0.3 |
| <i>Oplegnathus fasciatus</i> | 5 | 0.5 | 2.4 | 1.0 | 11 | 0.9 | 3.4 | 1.3 | 16 | 0.8 | 5.8 | 1.1 |
| <i>Oplegnathus punctatus</i> + | 6 | 0.6 | 1.1 | 0.4 | 4 | 0.3 | 1.1 | 0.4 | 10 | 0.5 | 2.2 | 0.4 |
| <i>Goniistius quadricornis</i> + | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.2 | <0.1 |
| <i>Goniistius zonatus</i> + | 20 | 2.1 | 7.3 | 2.9 | 38 | 3.3 | 11.8 | 4.5 | 58 | 2.7 | 19.1 | 3.7 |
| <i>Ditrema temmincki</i> | 29 | 3.0 | 3.9 | 1.6 | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 30 | 1.4 | 4.0 | 0.8 |
| <i>Neoditrema ransonneti</i> | | | | | 7 | 0.6 | 1.0 | 0.4 | 7 | 0.3 | 1.0 | 0.2 |
| <i>Chromis notata</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 3 | 0.3 | 0.1 | <0.1 | 4 | 0.2 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Choerodon azurio</i> + | 39 | 4.1 | 13.9 | 5.6 | 34 | 2.9 | 14.1 | 5.4 | 73 | 3.4 | 28.0 | 5.5 |
| <i>Pseudolabrus gracilis</i> + | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Halichoeres poecilopterus</i> | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Halichoeres tenuispinis</i> + | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Pseudolabrus eoethinus</i> + | 3 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 5 | 0.2 | 0.8 | 0.1 |
| <i>Pseudolabrus sieboldi</i> + | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 5 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 8 | 0.4 | 0.7 | 0.1 |
| <i>Pteragogus flagellifer</i> | | | | | 2 | 0.2 | 0.1 | <0.1 | 2 | 0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Semicossyphus reticulatus</i> | 4 | 0.4 | 5.1 | 2.0 | 6 | 0.5 | 6.2 | 2.3 | 10 | 0.5 | 11.2 | 2.2 |
| <i>Stethojulis interrupta</i> + | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | 0.0 | <0.1 |
| <i>Zoarces gillii</i> + | | | | | 1 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 1 | <0.1 | 0.5 | 0.1 |
| <i>Dictyosoma burgeri</i> | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Repomucenus beniteguri</i> + | | | | | 2 | 0.2 | 0.1 | <0.1 | 2 | 0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Siganus fuscescens</i> + | 46 | 4.8 | 19.8 | 8.0 | 37 | 3.2 | 15.3 | 5.8 | 83 | 3.9 | 35.2 | 6.9 |
| <i>Prionurus scalprum</i> + | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Scomber japonicus</i> | | | | | 24 | 2.1 | 2.7 | 1.0 | 24 | 1.1 | 2.7 | 0.5 |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | 14 | 1.5 | 11.1 | 4.4 | 22 | 1.9 | 23.8 | 9.1 | 36 | 1.7 | 34.8 | 6.8 |
| <i>Kareius bicoloratus</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Paraplagusia japonica</i> | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 190 | 19.8 | 27.8 | 11.2 | 227 | 19.5 | 31.0 | 11.8 | 417 | 19.6 | 58.8 | 11.5 |

<Table 2> Continued

| Species | 2012 | | | | 2013 | | | | Total | | | |
|---------------------------------|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Thamnaconus modestus</i> | 22 | 2.3 | 3.6 | 1.4 | 34 | 2.9 | 7.1 | 2.7 | 56 | 2.6 | 10.6 | 2.1 |
| <i>Ostracion immaculatus</i> + | 27 | 2.8 | 4.9 | 2.0 | 24 | 2.1 | 4.3 | 1.6 | 51 | 2.4 | 9.2 | 1.8 |
| <i>Canthigaster rivulatus</i> + | 2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | | | | | 2 | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| <i>Takifugu pardalis</i> | 4 | 0.4 | 1.8 | 0.7 | 2 | 0.2 | 0.9 | 0.4 | 6 | 0.3 | 2.7 | 0.5 |
| <i>Takifugu poecilonotus</i> | 2 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 13 | 1.1 | 3.2 | 1.2 | 15 | 0.7 | 3.7 | 0.7 |
| <i>Diodon holocanthus</i> + | 51 | 5.3 | 19.3 | 7.8 | 21 | 1.8 | 10.4 | 4.0 | 72 | 3.4 | 29.8 | 5.8 |
| Total | 961 | 100 | 249.2 | 100 | 1,162 | 100 | 262.4 | 100 | 2,123 | 100 | 511.7 | 100 |
| Number of species | 67 | | | | 66 | | | | 83 | | | |

N, number of individuals; W, biomass(kg); +, subtropical fish

3. 해역별 출현현황

제주연안 4개 조사해역에서 삼중자망에 의해 어획된 어종들에 대한 종조성 결과를 <Table 3>에 나타냈다. 조사해역에서 출현종이 가장 높게 나타난 해역은 남부(사계리) 해역으로 10목 32과 55종이었으며, 다음으로는 북부(북촌리) 해역에서 10목 31과 48종, 서부(신창리) 해역 9목 27과 42종, 동부(신흥리) 해역 8목 29과 46종의 순으로 나타났다. 각 해역별로 출현한 어종들은 농어목(Perciformes)에 속하는 어종이 대부분이었

으며, 이 중 농어목 어종이 가장 많이 출현한 해역은 남부해역으로 27종이었고, 다른 해역에서는 19~23종으로 비슷한 양상을 나타냈다. 또한, 조사해역에서 단일 과(Family)로서 출현종이 가장 많은 종은 양볼락과(Scorpaenidae) 어류로 북부해역 9종, 남부와 서부에서 각각 8종 및 동부해역에서 6종의 순으로 나타났으며 출현종으로는 솜뱅이, 조피볼락, 볼락, 썩감펭 주홍감펭 쭈기미, 개볼락 등으로 나타났다.

<Table 3> Regional variations in species composition of fish collected by a trammel net in the coastal water of Jeju Island from 2012 to 2013

| Species | Bukchon | | | | Sagy | | | | Shinchang | | | | Shinhung | | | |
|-------------------------------|---------|-----|------|------|------|-----|------|------|-----------|-----|------|------|----------|------|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Triakis scyllium</i> | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 1.2 | 1.3 | | | | |
| <i>Narke japonica</i> | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 4 | 1.0 | 1.5 | 2.1 |
| <i>Platyrrhina sinensis</i> | | | | | 3 | 0.4 | 2.6 | 1.1 | | | | | 1 | 0.3 | 1.4 | 1.9 |
| <i>Dasyatis akajei</i> | | | | | 3 | 0.4 | 5.1 | 2.3 | | | | | 1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| <i>Urolophus aurantiacus</i> | | | | | 8 | 1.0 | 3.5 | 1.6 | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 2 | 0.5 | 0.7 | 1.0 |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 21 | 4.3 | 0.4 | 0.3 | 2 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 21 | 4.8 | 0.4 | 0.5 | 42 | 10.6 | 0.5 | 0.7 |
| <i>Plotosus lineatus</i> | 1 | 0.2 | 0.1 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aulopus japonicus</i> | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Trachinocephalus myops</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | | | | | | | | |
| <i>Lophiomus setigerus</i> | 1 | 0.2 | 1.2 | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lophius litulon</i> | | | | | 1 | 0.1 | 8.3 | 3.7 | | | | | | | | |
| <i>Antennarius issimus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Monocentris japonica</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Zeus faber</i> | 4 | 0.8 | 1.9 | 1.6 | 33 | 4.2 | 9.0 | 4.0 | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 20 | 5.1 | 2.9 | 4.0 |
| <i>Ocosia vespa</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.0 | <0.1 | | | | | | | | |

<Table 3> Continued

| Species | Bukchon | | | | Sagy | | | | Shinchang | | | | Shinhung | | | |
|--|---------|------|------|------|------|-----|------|------|-----------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Inimicus japonocu</i> | 5 | 1.0 | 2.2 | 1.8 | 5 | 0.6 | 1.8 | 0.8 | 3 | 0.7 | 1.1 | 1.2 | 2 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| <i>Pterois lunulata</i> | | | | | 2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 8 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | | | | |
| <i>Scorpaena miostoma</i> | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 4 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 2 | 0.5 | 0.1 | 0.2 |
| <i>Scorpaenodes littoralis</i> | 6 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 4 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 3 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 5 | 1.3 | 0.4 | 0.5 |
| <i>Scorpaenopsis cirrhosa</i> | 4 | 0.8 | 1.5 | 1.2 | 6 | 0.8 | 2.8 | 1.3 | 13 | 2.9 | 4.2 | 4.5 | 18 | 4.5 | 6.7 | 9.2 |
| <i>Sebastes hubbsi</i> | 3 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sebastes inermis</i> | 58 | 11.8 | 13.7 | 11.2 | 48 | 6.0 | 10.0 | 4.5 | 22 | 5.0 | 4.4 | 4.7 | 9 | 2.3 | 1.7 | 2.3 |
| <i>Sebastes pachycephalus</i> | 11 | 2.2 | 2.3 | 1.9 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sebastess chlegeli</i> | 15 | 3.1 | 4.9 | 4.0 | | | | | 2 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | | | | |
| <i>Sebastes marmoratus</i> | 56 | 11.4 | 12.2 | 10.0 | 57 | 7.2 | 12.5 | 5.6 | 37 | 8.4 | 5.3 | 5.7 | 36 | 9.1 | 6.5 | 8.9 |
| <i>Chelidonichthys spinosus</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | | | | |
| <i>Platycephalus indicus</i> | | | | | 2 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | | | | | | | | |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | 2 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 1 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | 7 | 1.6 | 2.5 | 2.7 | | | | |
| <i>Pseudobleinnius cottoides</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Pseudobleinnius percoides</i> | 2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | | | | | 4 | 0.9 | 0.3 | 0.3 | | | | |
| <i>Liparis tanakai</i> | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lateolabrax japonicus</i> | 6 | 1.2 | 4.2 | 3.4 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epinephelus bruneus</i> | | | | | 3 | 0.4 | 1.1 | 0.5 | 7 | 1.6 | 3.0 | 3.2 | 2 | 0.5 | 0.6 | 0.9 |
| <i>Epinephelus septemfasciatus</i> | 2 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 9 | 1.1 | 2.6 | 1.1 | 2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| <i>Apogon dodderleini</i> | | | | | 2 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Apogon cookii</i> | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Apogon semilineatus</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Seriola dumerili</i> | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.8 | 1.4 | 2.0 |
| <i>Seriola lalandei</i> | | | | | 4 | 0.5 | 5.0 | 2.2 | | | | | | | | |
| <i>Trachurus japonicus</i> | | | | | 43 | 5.4 | 3.3 | 1.5 | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | | | |
| <i>Parapristipoma trilineatum</i> | | | | | 12 | 1.5 | 3.4 | 1.5 | 10 | 2.3 | 2.9 | 3.1 | 3 | 0.8 | 1.2 | 1.7 |
| <i>Pagrus major</i> | 38 | 7.7 | 11.9 | 9.7 | 14 | 1.8 | 9.2 | 4.1 | 6 | 1.4 | 3.2 | 3.4 | 10 | 2.5 | 2.2 | 3.1 |
| <i>Lethrinus nematacanthus</i> | | | | | 12 | 1.5 | 3.1 | 1.4 | | | | | | | | |
| <i>Lethrinus haematopterus</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | | | | | | | | |
| <i>Pseudupeneus spilurus</i> | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Pempheris japonica</i> | | | | | 2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 29 | 6.6 | 1.9 | 2.1 | 53 | 13.4 | 2.7 | 3.7 |
| <i>Chaetodon modestus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | 0.1 |
| <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 51 | 6.4 | 7.0 | 3.1 | 45 | 10.2 | 5.3 | 5.7 | 16 | 4.0 | 1.9 | 2.7 |
| <i>Girella leonina</i> | 4 | 0.8 | 1.1 | 0.9 | 3 | 0.4 | 0.9 | 0.4 | 3 | 0.7 | 1.9 | 2.1 | 17 | 4.3 | 3.2 | 4.4 |
| <i>Girella punctata</i> | 6 | 1.2 | 2.6 | 2.2 | 16 | 2.0 | 6.4 | 2.9 | 12 | 2.7 | 3.4 | 3.6 | 2 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |
| <i>Microcanthus strigatus</i> | 6 | 1.2 | 0.4 | 0.3 | 5 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 6 | 1.4 | 0.4 | 0.5 | 4 | 1.0 | 0.3 | 0.3 |
| <i>Oplegnathus fasciatus</i> | 3 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 3 | 0.4 | 1.9 | 0.9 | 3 | 0.7 | 0.4 | 0.5 | 7 | 1.8 | 2.5 | 3.5 |
| <i>Oplegnathus punctatus</i> | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 5 | 0.6 | 1.0 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 3 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| <i>Goniistius quadricornis</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | | | | |
| <i>Goniistius zonatus</i> | 7 | 1.4 | 2.2 | 1.8 | 17 | 2.1 | 5.6 | 2.5 | 19 | 4.3 | 6.7 | 7.2 | 15 | 3.8 | 4.7 | 6.4 |
| <i>Ditrema temmincki</i> | 30 | 6.1 | 4.0 | 3.2 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Neoditrema ransonneti</i> | 7 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chromis notata</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 3 | 0.4 | 0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Choerodon azurio</i> | 2 | 0.4 | 1.4 | 1.2 | 42 | 5.3 | 18.0 | 8.0 | 20 | 4.5 | 6.5 | 7.0 | 9 | 2.3 | 2.1 | 2.9 |
| <i>Pseudolabrus gracilis</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Halichoeres poecilopterus</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Halichoeres tenuispinis</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Pseudolabrus eoethinus</i> | 2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | | | | | 1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |

<Table 3> Continued

| Species | Bukchon | | | | Sagy | | | | Shinchang | | | | Shinhung | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|-----|----------|------|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Pseudolabrus sieboldi</i> | 2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 3 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Pteragogus flagellifer</i> | | | | | 2 | 0.3 | 0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Semicossyphus reticulatus</i> | 5 | 1.0 | 7.0 | 5.8 | 1 | 0.1 | 1.1 | 0.5 | 4 | 0.9 | 3.1 | 3.3 | | | | |
| <i>Stethojulis interrupta</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Zoarces gillii</i> | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dictyosoma burgeri</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Repomucenus beniteguri</i> | | | | | | | | | 2 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | | | | |
| <i>Siganus fuscescens</i> | 30 | 6.1 | 12.9 | 10.6 | 49 | 6.2 | 20.3 | 9.1 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 3 | 0.8 | 1.5 | 2.1 |
| <i>Prionurus scalprum</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Scomber japonicus</i> | 14 | 2.9 | 1.8 | 1.4 | 10 | 1.3 | 1.0 | 0.4 | | | | | | | | |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | 9 | 1.8 | 7.3 | 6.0 | 14 | 1.8 | 17.7 | 7.9 | 6 | 1.4 | 5.3 | 5.7 | 7 | 1.8 | 4.6 | 6.3 |
| <i>Kareius bicoloratus</i> | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Paraplagusia japonica</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | | | | | | | | | 1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 97 | 19.8 | 12.6 | 10.3 | 190 | 23.9 | 28.5 | 12.8 | 62 | 14.1 | 7.3 | 7.8 | 68 | 17.2 | 10.4 | 14.2 |
| <i>Thamnaconus modestus</i> | 7 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 21 | 2.6 | 4.2 | 1.9 | 24 | 5.4 | 4.5 | 4.8 | 4 | 1.0 | 0.6 | 0.8 |
| <i>Ostracion immaculatus</i> | 7 | 1.4 | 1.9 | 1.6 | 17 | 2.1 | 2.8 | 1.2 | 22 | 5.0 | 3.5 | 3.8 | 5 | 1.3 | 0.9 | 1.3 |
| <i>Canthigaster rivulatus</i> | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |
| <i>Takifugu pardalis</i> | 3 | 0.6 | 1.5 | 1.2 | 1 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| <i>Takifugu poecilonotus</i> | | | | | 12 | 1.5 | 2.8 | 1.2 | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 2 | 0.5 | 0.8 | 1.1 |
| <i>Diodon holocanthus</i> | 2 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 40 | 5.0 | 16.5 | 7.4 | 24 | 5.4 | 7.8 | 8.4 | 6 | 1.5 | 5.0 | 6.8 |
| Total | 491 | 100 | 1222 | 100 | 795 | 100 | 2237 | 100 | 441 | 100 | 92.9 | 100 | 397 | 100 | 72.9 | 100 |
| Number of species | 48 | | | | 55 | | | | 42 | | | | 46 | | | |

N, number of individuals; W, biomass(kg)

각 해역별 출현 개체수 및 생체량의 경우 남부 해역에서 795개체, 223.7kg으로 출현량이 가장 높았으며 주요 개체수 및 생체량 우점종은 쥐치 190개체, 28.5kg, 독가시치 49개체, 20.3kg, 호박돔 42개체 18.0kg, 볼락 48개체, 10.0kg 이었다. 다음으로 북부해역에서 491개체, 122.2kg 이 어획되었고, 주요 우점종은 쥐치 97개체, 12.6kg, 볼락 58개체, 13.7kg, 솜뱅이 56개체, 12.2kg, 참돔 38개체, 11.9kg, 독가시치 30개체, 12.9kg 이었다. 조사해역 중 비교적 낮은 출현량을 보인 해역은 서부해역과 동부해역으로 각각 441개체, 92.9kg, 397개체, 72.9kg 이었고, 이 두 해역에서 공통으로 출현한 주요 우점종은 쥐치, 주걱치, 솜뱅이로 나타났다.

4. 계절별 출현현황

제주연안에 서식하는 어종의 시기별 출현동향을 파악하기 위해 계절별로 분석한 결과를 <Table 4> 에 나타냈다. 조사결과에 의하면 동계에 47종 406개체, 117.5kg, 춘계 51종 557개체, 135.7kg, 하계 57종 694개체, 151.9kg 및 추계에 49종 466개체, 106.5kg 으로 수온이 낮은 동계에 출현량이 낮고, 높은 수온이 형성되는 하계에 가장 많은 출현량을 보였다. 하계를 제외한 다른 시기의 출현종수 범위는 47~51종 으로 계절별로 2종 내외로 출현종수 차이는 크지 않지만, 개체수와 생체량은 춘계부터 증가하기 시작하여 하계에 최고치를 보인 후 추계에 감소한 것으로 나타났다. 조사기간 중 어획된 쥐치와 솜뱅이는 모든 계절에 출현한 최고 우점종 으로 나타났으며, 조사해역에서 전체 출현한 83종 중 계절별로 모든 시기에 공통으로 출현한 종수는 22종(26.5%)으로 조사되었다. 또한, 다른 시기에는 출현하지

않고, 출현종수가 가장 높았던 하계에 유일하게 출현한 종은 돌가자미, 날뚝양태, 용치놀래기, 실놀래기, 구갈돔, 양태, 황매통이 로 조사되었다.

5. 군집 우점종

조사기간 동안 지역별, 계절별로 출현한 어종들의 전체 개체수에 따른 상위 5% 이상 점유율을 차지하는 우점종 및 군집지수에 대한 결과를 <Table 5, Table 6> 에 나타냈다.

해역별 우점종을 살펴보면, 북부해역에 위치한 북촌리의 군집 제1 우점종은 쥐치 (*Stephanolepis cirrhifer*), 제2 우점종은 볼락 (*Sebastes inermis*), 제3 우점종 솜뱅이 (*Sebastes marmoratus*), 제4 우점종 참돔 (*Pagrus major*), 제5 우점종 망상어 (*Ditrema temmincki*)의 순으로 군집우점지수 (CDI) 는 6.1~19.8 범위로 이들 종은 전체 개체수의 55% 이상을 차지하였고, 북촌리에서 최상위 우점종은 쥐치로 나타났다. 남부해역에 위치한 사계리의 군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 청줄돔 (*Chaetodontoplus septentrionalis*), 제3 우점종 솜뱅이, 제4 우점종 독가시치 (*Siganus fuscescens*), 제5 우점종 볼락의 순으로 CDI 는 6.0~23.9 범위였고, 사계리 최상위 우점종은 쥐치로서 다른 해역에 비해 쥐치의 CDI 는 23.9 로 가장 높게 나타났다. 서부해역에 위치한 신창리의 군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 청줄돔, 제3 우점종 솜뱅이, 제4 우점종 주걱치 (*Pempheris japonica*), 제5 우점종 말쥐치 (*Thamnaconus modestus*) 의 순으로 CDI 는 5.4~14.1 범위였고, 신창리 최상위 우점종은 쥐치였다. 동부해역에 위치한 신흥리의 군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 주걱치, 제3 우점종 멸치 (*Engraulis japonicus*), 제4 우점종 솜뱅이, 제5 우점종 달고기 (*Zeus faber*) 의 순으로 CDI 는 5.0~17.1 범위였고, 신흥리 최상위 우점종 또한 다른 해역과 같은 양상으로 쥐치로 나타났다 <Table 5>.

계절별 우점종을 살펴보면, 저수온기인 동계

군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 멸치, 제3 우점종 달고기, 제4 우점종 볼락, 제5 우점종 솜뱅이의 순으로 CDI 는 6.9~15.3 범위로 동계에 최상위 우점종은 쥐치로 나타났다. 수온이 점차 상승하는 춘계의 군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 볼락, 제3 우점종 멸치 였으며, CDI 는 7.5~24.6 범위였고, 쥐치의 군집지수 값이 다른 시기에 비해 최고값을 나타냈다. 제주연안 수온이 최대로 상승하는 하계의 군집 제1 우점종은 쥐치, 제2 우점종은 주걱치, 제3 우점종 솜뱅이, 제4 우점종 볼락, 제5 우점종 청줄돔의 순으로 CDI 는 5.9~16.0 범위였다. 하계에 비해 수온이 점차 하강하는 추계 군집 제1우점종은 쥐치, 제2 우점종은 솜뱅이, 제3 우점종 청줄돔, 제4 우점종 가시복 (*Diodon holocanthus*), 제5 우점종 독가시치의 순으로 CDI 는 5.8~22.9 범위였다 <Table 6>.

6. 군집지수

조사기간 중 해역별, 시기별 출현종과 생물량과의 관계를 나타내는 군집지수 변화에 대한 결과를 <Table 7> 에 나타냈다. 출현종 중 상위 5% 이상 우점종 합에 출현 개체수로 계산한 우점도 지수 (DI) 를 우선, 지역별로 살펴본 결과 0.60~0.68 범위로 신창에서 가장 높고, 신흥에서 가장 낮은 값을 보였고, 계절별 변화의 경우 0.40~0.73 범위로 춘계에 낮고, 추계에 높은 값을 나타냈다. 종 다양도 지수 (H') 변화에 있어 우선, 계절별 변화의 경우 2.92~3.13 범위로 춘계에 높고, 추계에 낮게 나타났으나, 추계를 제외한 다른 시기의 군집지수 값은 비교적 유사한 경향을 보였으며, 지역별 변화의 경우 우점도 지수 변화와 같은 양상으로 신창에서 높고, 신흥에서 낮은 값을 나타냈다. 출현종수와 생물량에 따라 변화하는 균등도 지수 (E') 의 계절별 변화는 동계에 0.80로 최대, 추계에 0.75으로 최소값을 나타냈고, 지역별 변화의 경우 신창리 에서 가장 높고, 북

촌리 에서 가장 낮은 값을 보였다. 종 풍도지수 (R) 의 시기별 변화는 하계에 8.56 로 높고, 동계에 7.66 의 가장 낮게 조사 되었고, 하계를 제외한 다른 시기의 값은 7.66~7.91 로 비교적 유사하게 나타났으며 지역별 변화의 경우 7.06~8.24 범위로 남부해역인 사계리 에서 가장 높은 값을 보였고, 신창리 에서 가장 낮은 값을 나타냈다.

한편, 각 해역별로 출현한 어종의 전체 생체량 자료를 이용하여 해역별 우점종에 대해 K-dominance 곡선으로 그 해역의 종다양도를 비교 분석해 보았다 [Fig. 3]. K-dominance 곡선 상 60% 이내에 포함된 종수를 살펴보면, 신창리 에서 9종, 사계

리 및 신흥리 에서 8종, 북촌리 에서 6종으로 나타나 해역별 종다양도는 신창리 에서 가장 높고, 북촌리 에서 가장 낮았고, 해역별 생체량 최상위 우점종의 경우 신창리 가시복, 사계리 및 신흥리 쥐치, 북촌리 볼락으로 나타났다.

7. 군집 유사도

각 시기별, 해역별 출현종에 대한 유사도 분석을 [Fig. 4] 에 나타냈다.

<Table 4> Seasonal variations in species composition of fish collected by a trammel net in the coastal water of Jeju Island from 2012 to 2013

| Species | Winter | | | | Spring | | | | Summer | | | | Autumn | | | | |
|---------------------------------|--------|------|------|------|--------|-----|------|------|--------|-----|------|------|--------|------|------|------|--|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | |
| <i>Triakis scyllium</i> | 1 | 0.2 | 1.2 | 1.0 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Narke japonica</i> | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 3 | 0.5 | 1.2 | 0.9 | 1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | | | | | |
| <i>Platyrrhina sinensis</i> | 1 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1.4 | 1.0 | 2 | 0.3 | 1.8 | 1.2 | | | | | |
| <i>Dasyatis akajei</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 3 | 0.4 | 5.1 | 3.3 | | | | | |
| <i>Urolophus aurantiacus</i> | | | | | 11 | 2.0 | 4.6 | 3.4 | | | | | | | | | |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 44 | 10.8 | 0.5 | 0.4 | 42 | 7.5 | 0.8 | 0.6 | | | | | | | | | |
| <i>Plotosus lineatus</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | | | | | | | | | |
| <i>Aulopus japonicus</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | | | |
| <i>Trachinocephalus myops</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | | | | | |
| <i>Lophiomus setigerus</i> | 1 | 0.2 | 1.2 | 1.0 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lophius litulon</i> | 1 | 0.2 | 8.3 | 7.1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Antennarius issimus</i> | | | | | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | | |
| <i>Monocentris japonica</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | |
| <i>Zeus faber</i> | 36 | 8.9 | 8.1 | 6.9 | 21 | 3.8 | 5.9 | 4.4 | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| <i>Ocosia vespa</i> | | | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | | |
| <i>Inimicus japonicus</i> | 5 | 1.2 | 2.4 | 2.0 | 4 | 0.7 | 1.2 | 0.9 | 5 | 0.7 | 1.7 | 1.1 | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | |
| <i>Pterois lunulata</i> | | | | | | | | | 6 | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 4 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | |
| <i>Scorpaena miostoma</i> | | | | | | | | | 7 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | |
| <i>Scorpaenodes littoralis</i> | 9 | 2.2 | 0.9 | 0.8 | 5 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| <i>Scorpaenopsis cirrhosa</i> | 2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 9 | 1.6 | 3.0 | 2.2 | 20 | 2.9 | 7.9 | 5.2 | 10 | 2.1 | 3.6 | 3.4 | |
| <i>Sebastes hubbsi</i> | | | | | 2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| <i>Sebastes inermis</i> | 31 | 7.6 | 6.1 | 5.2 | 46 | 8.3 | 10.1 | 7.4 | 54 | 7.8 | 12.2 | 8.0 | 6 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | |
| <i>Sebastes pachycephalus</i> | | | | | 7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 3 | 0.6 | 1.3 | 1.2 | |
| <i>Sebastes chlegeli</i> | 7 | 1.7 | 2.8 | 2.3 | 9 | 1.6 | 2.8 | 2.1 | 1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | |
| <i>Sebastes marmoratus</i> | 28 | 6.9 | 5.7 | 4.9 | 44 | 7.9 | 9.1 | 6.7 | 56 | 8.1 | 10.2 | 6.7 | 58 | 12.4 | 11.5 | 10.8 | |
| <i>Chelidonichthys spinosus</i> | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Platycephalus indicus</i> | | | | | | | | | 2 | 0.3 | 1.0 | 0.7 | | | | | |
| <i>Hexagrammos otakii</i> | 2 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 6 | 1.1 | 2.5 | 1.8 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | |

<Table 4> Continued

| Species | Winter | | | | Spring | | | | Summer | | | | Autumn | | | |
|--|--------|-----|------|------|--------|-----|------|------|--------|-----|------|------|--------|-----|------|------|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % |
| <i>Pseudoblennius cottoides</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudoblennius percoides</i> | | | | | | | | | 3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 3 | 0.6 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Liparis tanakai</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Lateolabrax japonicus</i> | | | | | 6 | 1.1 | 4.2 | 3.1 | | | | | | | | |
| <i>Epinephelus bruneus</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 9 | 1.3 | 3.4 | 2.2 | 2 | 0.4 | 0.8 | 0.8 |
| <i>Epinephelus septemfasciatus</i> | 3 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 3 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 6 | 0.9 | 1.8 | 1.2 | 2 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| <i>Apogon dodderleini</i> | | | | | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Apogon cookii</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Apogon semilineatus</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Seriola dumerili</i> | | | | | | | | | 3 | 0.4 | 1.4 | 1.0 | | | | |
| <i>Seriola lalandei</i> | 1 | 0.2 | 2.6 | 2.2 | 2 | 0.4 | 1.9 | 1.4 | 1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | | | | |
| <i>Trachurus japonicus</i> | | | | | | | | | 44 | 6.3 | 3.4 | 2.2 | | | | |
| <i>Parapristipoma trilineatum</i> | 2 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 6 | 1.1 | 2.0 | 1.5 | 9 | 1.3 | 2.5 | 1.7 | 8 | 1.7 | 2.4 | 2.2 |
| <i>Pagrus major</i> | 6 | 1.5 | 3.2 | 2.7 | 18 | 3.2 | 8.2 | 6.1 | 37 | 5.3 | 12.9 | 8.5 | 7 | 1.5 | 2.2 | 2.1 |
| <i>Lethrinus nematacanthus</i> | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 6 | 1.1 | 1.5 | 1.1 | 2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| <i>Lethrinus haematopterus</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | | | | |
| <i>Pseudupeneus spilurus</i> | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.7 | 0.6 |
| <i>Pempheris japonica</i> | 4 | 1.0 | 0.3 | 0.2 | 4 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 65 | 9.4 | 3.4 | 2.3 | 11 | 2.4 | 0.7 | 0.7 |
| <i>Chaetodon modestus</i> | | | | | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 21 | 5.2 | 2.7 | 2.3 | 22 | 3.9 | 2.6 | 1.9 | 41 | 5.9 | 5.4 | 3.6 | 30 | 6.4 | 3.7 | 3.5 |
| <i>Girella leonina</i> | 2 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | | | | | 2 | 0.3 | 0.8 | 0.6 | 23 | 4.9 | 5.8 | 5.5 |
| <i>Girella punctata</i> | 24 | 5.9 | 8.1 | 6.9 | 4 | 0.7 | 2.1 | 1.5 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 7 | 1.5 | 2.4 | 2.2 |
| <i>Microcanthus strigatus</i> | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 5 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 14 | 2.0 | 1.0 | 0.6 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Oplegnathus fasciatus</i> | 2 | 0.5 | 1.3 | 1.1 | 10 | 1.8 | 2.6 | 2.0 | 1 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 3 | 0.6 | 1.3 | 1.2 |
| <i>Oplegnathus punctatus</i> | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | 5 | 0.7 | 1.1 | 0.7 | 4 | 0.9 | 0.9 | 0.8 |
| <i>Goniistius quadricornis</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Goniistius zonatus</i> | 7 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 9 | 1.6 | 2.4 | 1.7 | 18 | 2.6 | 6.1 | 4.0 | 24 | 5.2 | 8.9 | 8.3 |
| <i>Ditrema temmincki</i> | | | | | 21 | 3.8 | 2.8 | 2.1 | 6 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 3 | 0.6 | 0.4 | 0.4 |
| <i>Neoditrema ransonneti</i> | | | | | 7 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | | | | | | | | |
| <i>Chromis notata</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Choerodon azurio</i> | 18 | 4.4 | 8.0 | 6.8 | 13 | 2.3 | 5.2 | 3.8 | 22 | 3.2 | 7.4 | 4.9 | 20 | 4.3 | 7.4 | 6.9 |
| <i>Pseudolabrus gracilis</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Halichoeres poecilopterus</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Halichoeres tenuispinis</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| <i>Pseudolabrus eoethinus</i> | 2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | | | | | 2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Pseudolabrus sieboldi</i> | 1 | 0.2 | 0.1 | <0.1 | 2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 3 | 0.6 | 0.3 | 0.2 |
| <i>Pteragogus flagellifer</i> | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | 1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | | | | |
| <i>Semicossyphus reticulatus</i> | 2 | 0.5 | 1.5 | 1.3 | 5 | 0.9 | 7.5 | 5.5 | 3 | 0.4 | 2.2 | 1.5 | | | | |
| <i>Stethojulis interrupta</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Zoarcis gillii</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | | | | | | | | |
| <i>Dictyosoma burgeri</i> | | | | | 1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | | | | | | | | |
| <i>Repomucenus beniteguri</i> | | | | | | | | | 2 | 0.3 | 0.1 | <0.1 | | | | |
| <i>Siganus fuscescens</i> | 13 | 3.2 | 5.6 | 4.8 | 13 | 2.3 | 6.7 | 5.0 | 30 | 4.3 | 12.6 | 8.3 | 27 | 5.8 | 10.2 | 9.6 |

<Table 4> Continued

| Species | Winter | | | | Spring | | | | Summer | | | | Autumn | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|------|--|
| | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | N | % | W | % | |
| <i>Prionurus scalprum</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| <i>Scomber japonicus</i> | 14 | 3.4 | 1.8 | 1.5 | | | | | 10 | 1.4 | 1.0 | 0.6 | | | | | |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | 18 | 4.4 | 22.7 | 19.3 | 11 | 2.0 | 8.7 | 6.4 | 5 | 0.7 | 2.5 | 1.6 | 2 | 0.4 | 1.0 | 0.9 | |
| <i>Kareius bicoloratus</i> | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | |
| <i>Paraplagusia japonica</i> | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | |
| <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 62 | 15.3 | 8.2 | 7.0 | 137 | 24.6 | 20.6 | 15.2 | 111 | 16.0 | 15.7 | 10.4 | 107 | 23.0 | 14.3 | 13.4 | |
| <i>Thamnaconus modestus</i> | 9 | 2.2 | 1.9 | 1.7 | 9 | 1.6 | 1.8 | 1.3 | 16 | 2.3 | 3.9 | 2.5 | 22 | 4.7 | 3.0 | 2.8 | |
| <i>Ostracion immaculatus</i> | 6 | 1.5 | 0.9 | 0.8 | 8 | 1.4 | 1.5 | 1.1 | 15 | 2.2 | 2.9 | 1.9 | 22 | 4.7 | 3.8 | 3.6 | |
| <i>Canthigaster rivulatus</i> | | | | | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | | | | | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |
| <i>Takifugu pardalis</i> | 3 | 0.7 | 1.3 | 1.1 | 1 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | | | | | 2 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | |
| <i>Takifugu poecilonotus</i> | 2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 9 | 1.6 | 2.3 | 1.7 | | | | | 4 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | |
| <i>Diodon holocanthus</i> | 5 | 1.2 | 2.0 | 1.7 | 5 | 0.9 | 2.2 | 1.6 | 34 | 4.9 | 13.2 | 8.7 | 28 | 6.0 | 12.3 | 11.6 | |
| Total | 406 | 100 | 1175 | 100 | 557 | 100 | 135.7 | 100 | 694 | 100 | 151.9 | 100 | 466 | 100 | 106.5 | 100 | |
| Number of species | | 47 | | | | 51 | | | | 57 | | | | 49 | | | |

N, number of individuals; W, biomass(kg)

분석 결과에 의하면, 통계학적으로 유의차를 보이는 4개 그룹으로 나타났으며, 그룹 A (북촌의 동계), 그룹 B (북촌의 춘계, 하계, 추계와 신흥의 동계), 그룹 C (사계의 추계, 하계와 신흥의 추계, 신흥의 추계), 그룹 D (신흥의 하계와 신흥의 하계, 동계, 춘계, 신흥의 춘계, 사계의 동계와 춘계) 로 구분되어 해석별 차이를 보였다. 그룹 A (북촌의 동계) 은 나머지 3개 그룹과 40.4%의 가장 낮은 유사도를 보였으며, 그룹 B와 C 사이는 46.6%, 그룹 C와 D 사이의 유사도는 49.9%

로 가장 높은 유사도를 나타냈다 (SIMPROF test, P<0.05). 4개로 구분된 그룹간의 차이 (비유사성, dissimilarity) 에 기여하는 종을 확인하기 위해 SIMPER 분석을 실시한 결과, 4개로 구분된 그룹 중 유의차를 보인 A 그룹과 나머지 그룹에서 비유사도 기여도가 가장 낮았으며, 이 그룹간 비유사도에 기여한 종은 아귀 (*Lophiomus setigerus*), 고등어 (*Scomber japonicus*), 철갑등어 (*Monocentris japonica*), 청줄돔, 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 의 순으로 나타났다.

<Table 5> Regional variations of dominant species and community dominance index in from 2012 to 2013

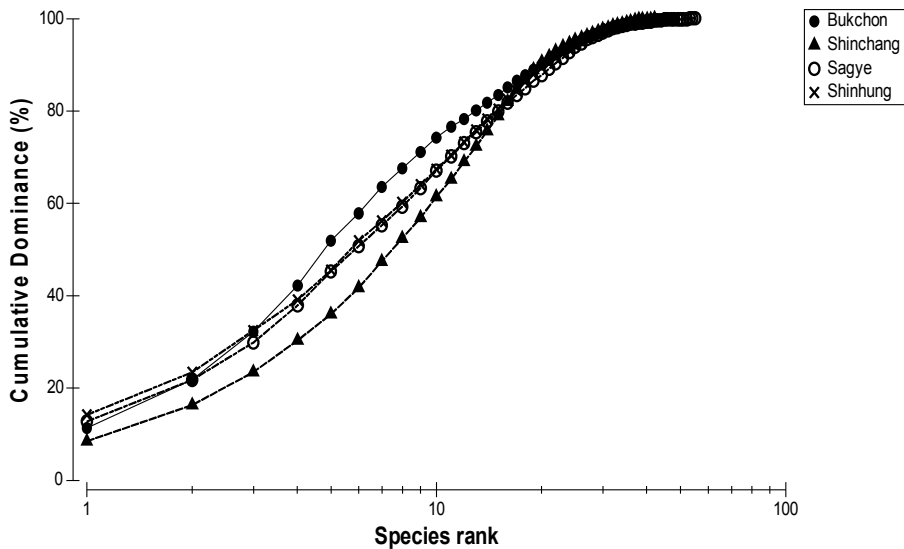
| Region | No. 1 dominant species | CDI | No. 2 dominant species | CDI | No. 3 dominant species | CDI | No. 4 dominant species | CDI | No. 5 dominant species | CDI |
|-----------|--------------------------------|------|--|------|----------------------------|------|----------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| Bukchon | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 19.8 | <i>Sebastes inermis</i> | 11.8 | <i>Sebastes marmoratus</i> | 9.6 | <i>Pagrus major</i> | 7.7 | <i>Ditrema temmincki</i> | 6.1 |
| Sagye | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 23.9 | <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 6.4 | <i>Sebastes marmoratus</i> | 6.3 | <i>Siganus fuscescens</i> | 6.2 | <i>Sebastes inermis</i> | 6.0 |
| Shinchang | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 14.1 | <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 10.2 | <i>Sebastes marmoratus</i> | 7.0 | <i>Pempheris japonica</i> | 6.6 | <i>Thamnaconus modestus</i> | 5.4 |
| Shinhung | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 17.1 | <i>Pempheris japonica</i> | 13.4 | <i>Engraulis japonicus</i> | 10.6 | <i>Sebastes marmoratus</i> | 9.1 | <i>Zeus faber</i> | 5.0 |

<Table 6> Seasonal variations of dominant species and community dominance index in from 2012 to 2013

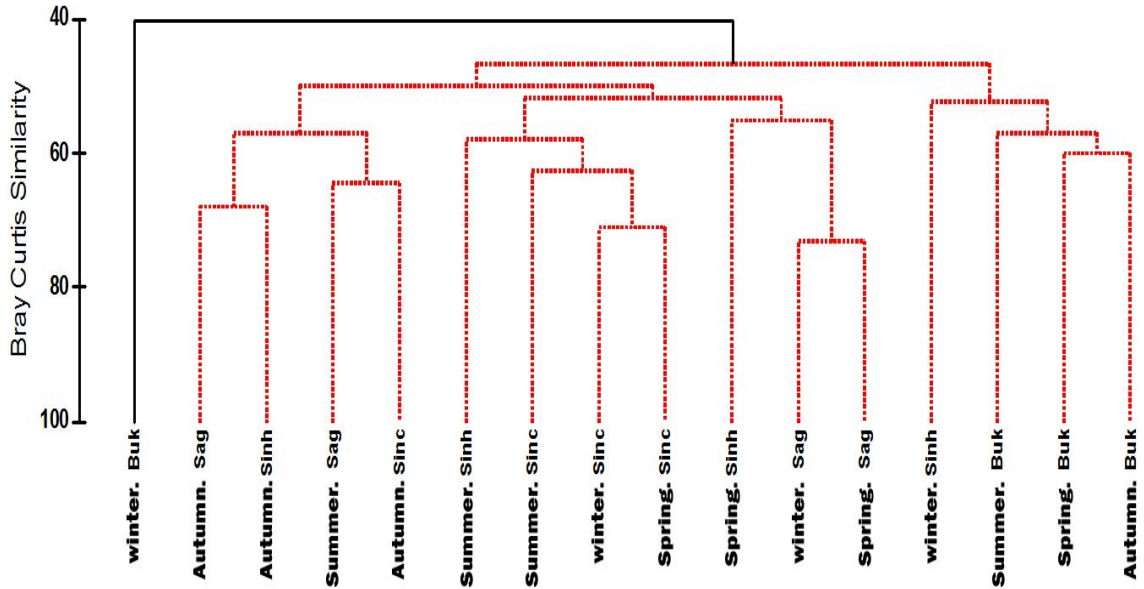
| Season | No. 1 dominant species | CDI | No. 2 dominant species | CDI | No. 3 dominant species | CDI | No. 4 dominant species | CDI | No. 5 dominant species | CDI |
|--------|--------------------------------|------|-------------------------------|------|--|-----|---------------------------|-----|--|-----|
| winter | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 15.3 | <i>Engraulis japonicus</i> | 10.8 | <i>Zeus faber</i> | 8.9 | <i>Sebastes inermis</i> | 7.6 | <i>Sebastiscus marmoratus</i> | 6.9 |
| Spring | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 24.6 | <i>Sebastes inermis</i> | 8.3 | <i>Engraulis japonicus</i> | 7.5 | - | - | - | - |
| Summer | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 16.0 | <i>Pempheris japonica</i> | 9.4 | <i>Sebastiscus marmoratus</i> | 8.1 | <i>Sebastes inermis</i> | 7.8 | <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 5.9 |
| Autumn | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | 22.9 | <i>Sebastiscus marmoratus</i> | 12.4 | <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> | 6.4 | <i>Diodon holocanthus</i> | 6.0 | <i>Siganus fuscescens</i> | 5.8 |

<Table 7> Variations of community indices at study area in Jeju Island from 2012 to 2013

| Region, Season | Buk-chon | Sagye | Shin-chang | Shin-hung | Winter | Spring | Summer | Autumn |
|----------------------|----------|-------|------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Dominance index (DI) | 0.61 | 0.65 | 0.68 | 0.60 | 0.61 | 0.40 | 0.64 | 0.73 |
| Diversity index (H') | 3.02 | 3.06 | 3.14 | 3.00 | 3.07 | 3.13 | 3.13 | 2.92 |
| Evenness index (E') | 0.78 | 0.76 | 0.83 | 0.78 | 0.80 | 0.80 | 0.77 | 0.75 |
| Richness index (R) | 7.75 | 8.24 | 7.06 | 7.69 | 7.66 | 7.91 | 8.56 | 7.81 |



[Fig. 3] K-dominance curves (x-axis logged) of total biomass at four study sites in Jeju Island from 2012 to 2013.



[Fig. 4] Results of cluster analysis performed on bray curtis similarity from standardized species presence/absence transformed data. The dotted lined indicate no significant difference among four sites and four months from 2012 to 2013 (SIMPROF test). (Buk; Bukchon, Sinc; Shinchang, Sag; Sagye, Sinh; Shinhung).

8. 아열대성 어류 출현현황

조사기간 동안 삼중자망으로 어획된 어종과 아열대성 어종의 출현종수 변화를 연도별, 해역별 및 계절별로 분석 하였다. 우선, 아열대성 어류에 대한 기준을 <http://www.fishbase.org> 을 참고하여 국내·외 및 FAO 어류도감 등에서 남중국해, 필리핀, 대만 및 일본 오키나와의 열대 및 아열대 해역에서 서식·분포하는 어종과 과거 제주연안에서 서식하지 않았던 어종 및 2000년도 이후 제주연안에서 새로이 발견된 어종들을 “아열대성 어류”로 정의하였고, 아열대 어종목록은 <Table 2>에 나타났다.

조사기간 중 총 83종이 출현하였고, 이 중 아열대성 어종은 41종으로 전체의 49.4% 출현율을 나타냈다. 연도별 출현현상의 경우 2012년에는 67종이 출현하였고, 아열대성 어류는 32종으로 전체 출현종 중 아열대성 어류가 47.8% 를 차지하였다. 2013년에는 총 66종이 출현하여 이중 아

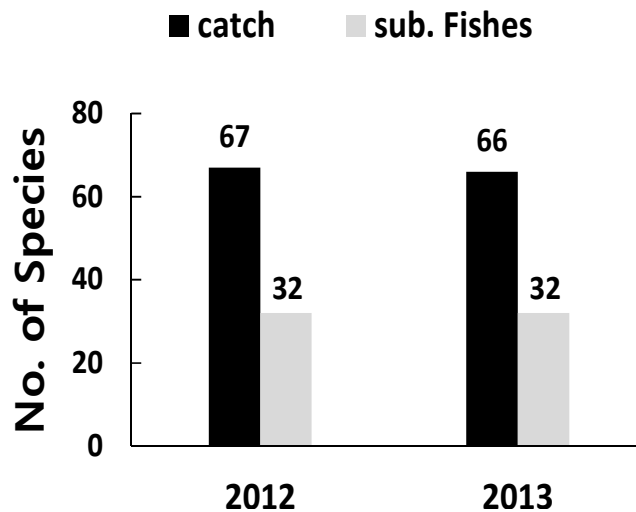
열대성 어류는 32종으로 2012년과 아열대성 어종 출현종수는 같지만, 전체 어획된 종수가 감소하여 아열대성 어종 출현율이 48.5% 로 2012년에 비해 약 1% 증가한 것으로 나타났다 [Fig. 5]. 해역별로는 북촌리 에서 21종 (42.9%), 사계리 26종 (46.4%), 신창리 19종 (44.2%), 신흥리 27종 (57.4%) 으로 남부해역 (사계리) 과 동부해역 (신흥리) 에서 아열대성 어류 출현율이 높게 나타났으며, 특히, 동부해역 신흥리 에서는 전체 출현어종 중 아열대성 어류가 절반이상을 차지하고 있었다. 계절별 변화의 경우 동계에 20종 (42.6%), 춘계 22종 (43.1%) 로 점차 증가하여 하계에 29종 (50.9%) 로 출현종수가 가장 높았고, 추계에도 27종 (55.1%) 으로 하계에 비해 출현종수는 감소하였지만, 출현비율은 50% 이상으로 높게 나타나고 있었다 [Fig. 6]. 또한, 제주연안에서 서식, 분포하고 있는 아열대성 어류에 대한 개체수 우점종으로는 청줄돔, 주걱치, 독가시치, 호박돔

(*Choerodon azurio*), 가시복, 아홉동가리 (*Goniistius zonatus*), 거북복 (*Ostracion immaculatus*) 등의 순으로 나타났고, 이들 어종들은 제주연안 전체 해역에서 계절별로 연중 분포하는 것으로 확인되었다.

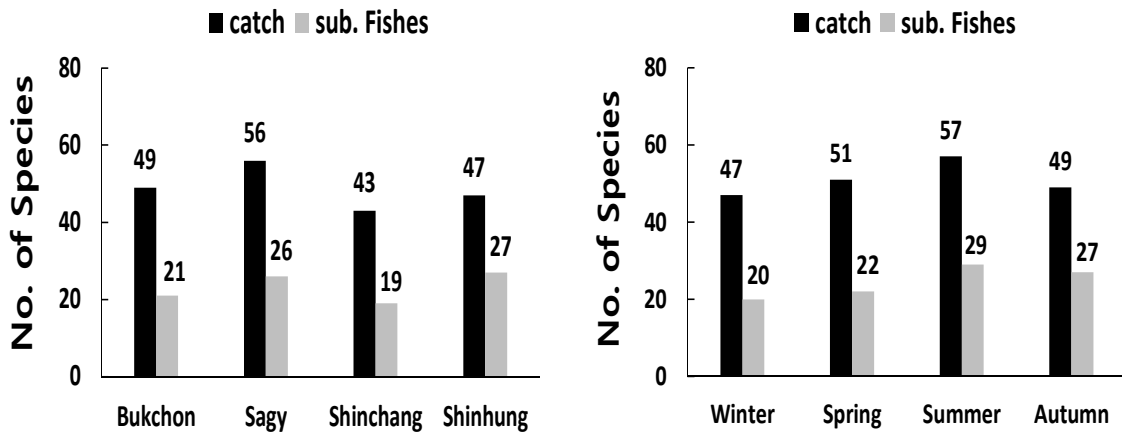
9. 해양환경요인과 상관관계

조사기간 중 제주연안에서 출현한 아열대 어류의 출현특성과 해양환경요인과의 상호관계를 파악하기 위해 계절별, 해역별로 출현한 아열대 어류의 종수, 개체수, 생체량 자료와 생태학적 지수 및 아열대성 어류 중 생체량 우점종에 대해 해양환경자료를 같은 계절별로 월 평균하여 상관관계 분석결과를 <Table 8> 에 나타냈다. 해양환경요인에서 수온은 아열대성 어류의 종수, 개체수 및 생체량에 각각 양의 상관관계 ($r=0.63$, $r=0.73$, $r=0.63$, $p<0.01$) 를 나타냈고, 이 중 개체수와 비교적 높은 양의 관계를 보였으며, 주격치 ($r=0.50$,

$p<0.05$), 와 아홉동가리 ($r=0.56$, $p<0.01$) 에 대해 양의 상관관계를 나타냈다. 염분과 영양염류 (DIN, DIP) 에 대해서는 양의 상관관계를, COD ($r=-0.72$, $p<0.05$) 및 개체수 ($r=-0.55$, $p<0.05$) 각각 음의관계를 나타냈으며, 화학적 산소요구량 (COD) 의 경우 규산규소 ($r=0.55$, $p<0.05$), 클로로필 a ($r=0.61$, $p<0.05$), 주격치 ($r=0.53$, $p<0.05$) 에 대해 각각 양의 관계가 나타났다. 영양염류 (DIN) 의 경우 아열대성 어류의 종수, 개체수, 생체량에서 비교적 높은 음의 상관관계를 보였으며, 종풍도 (R) 와 호박돔에 대해서도 음의 관계가 나타났다. 용존무기인 (DIP) 은 아열대 어류 개체수 ($r=-0.54$, $p<0.05$) 와 생체량 ($r=-0.56$, $p<0.05$) 에서 각각 음의 관계를 보였고, 규산규소 (SiO₂) 의 경우 다른 요인들 중에서 호박돔 ($r=-0.51$, $p<0.05$) 에 대해서만 음의 관계를 나타냈으며, 부유물질 (SS) 은 다른 요인들과 어떠한 상관관계도 인지되지 않는 것으로 나타났다.



[Fig. 5] Annual variations of number of species at all fishes and subtropical fish in the coastal water of Jeju Island from 2012 to 2013.



[Fig. 6] Regional (left) and seasonal (right) variations of number of species at catch fishes and subtropical fish in from 2012 to 2013.

IV. 고 찰

제주도 주변해역의 해황에 영향을 미치는 중요한 요인으로는 황해저층냉수, 한국남해연안수 및 양자강 유출수가 있지만, 이 중 쿠로시오 해류에서 분기되어 동중국해에서 북상하는 대마난류수의 직접적인 영향을 받으며, 연안 천해역 (마을어장) 은 수심이 비교적 낮아 파랑과 해저지형에 의한 연직혼합이 활발히 이루어 지고, 해안선을 따라 발달한 용천수와 여름철 집중강우에 의한 하천수 등이 연안 천해역으로 유입되어 매우 복잡하고 다양한 해황상태를 나타낸다 (Ko et al., 2003). 또한, 최근 기후변화에 의한 해양생태계 변화에 따라 다양한 수산생물들이 제주연안에 가입되고 있는 추세로 이들 종과 기존 토착종과의 생태학적으로 영향을 미치는 해양환경 변화요인과 수질특성에 대한 조사는 매우 중요하다 할 수 있다.

조사해역에서 관측된 연도별 평균 수온, 염분 변화는 2012년 18.8℃, 33.7psu, 2013년 18.8℃, 33.8psu 로 염분이 2013년도에 약간 높았지만, 전반적으로 유사하게 나타났다. 그러나, 각 해역별로 2개년 평균 수온, 염분 변화를 살펴보면 수온

은 19.4℃ 로 동부해역인 신흥리 에서 높고, 북부해역인 북촌리 (17.8℃) 에서 낮게 나타났으며, 염분은 서부해역인 신창리 에서 33.9psu 로 높고, 신흥리와 북촌리 에서 33.7psu 로 낮게 나타났다. Ko et al., 2003) 에 의한 제주도 연안 천해역의 수온, 염분 변동 특성 중 제주도 연안에서 남부해역과 동부해역은 대마난류 주류수의 직접적 영향을 받기 때문에 제주도 연안역 중에서 연중 높은 수온이 유지되고, 이에 반해 북부 및 북동부해역은 대마난류 주류수의 영향을 가장 적게 받기 때문에 연중 낮은 수온을 나타내며 또한, 해역별 염분 변화는 대마난류수인 외해수의 영향 이외에도 강한일사, 증발현상, 해안선에 집중 위치한 용천수와 하천수 유입정도에 따라 시기적으로 해역별 염분차가 심하게 나타나는 등 본 연구에서 조사된 해역별 변화와 유사한 경향을 나타냈다.

해양생태계 저차생산에 영향을 미치는 요인들 중 용존무기질소 (DIN) 와 용존무기인 (DIP) 는 평균 0.088mg/L, 0.006mg/L 로 동계에 농도가 가장 높고, 하계에 가장 낮은 값을 보이고, 해역별로는 북부해역인 북촌리 에서 동계에 최고, 하계에 최저값이 나타났으며, 수온이 점차 상승하는 춘계와 하계에는 북부해역을 제외한 서부, 동부, 남부해역에서 비교적 높은 농도를 나타냈다.

<Table 8> Pearson correlation coefficient between biological parameters, environmental factors and biomass of subtropical fish in coastal waters of Jeju Island from 2012 to 2013.

(*: p<0.05, **: p<0.01, -: not significant)

| | Tem. | Sal. | COD | DIN | DIP | SiO ₂ | SS | ChLa | Spe. | Ind. | Bio. | H' | E' | R | C.s | P.j | S.f | C.a | D.h | G.z |
|------------------|---------|---------|--------|---------|--------|------------------|----|------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|-----|--------|-----|-----|--------|
| Tem. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sal. | -0.87** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COD | 0.77** | -0.72** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIN | -0.62** | 0.51* | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIP | -0.74** | 0.68** | - | 0.60** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | - | - | 0.55* | - | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| SS | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| ChLa | - | - | 0.61** | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| Spe. | 0.63** | - | - | -0.59** | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | |
| Ind. | 0.73** | -0.55* | - | -0.64** | -0.54* | - | - | - | 0.88** | | | | | | | | | | | |
| Bio. | 0.63** | - | - | -0.71** | -0.56* | - | - | - | 0.87** | 0.90** | | | | | | | | | | |
| H' | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.53* | | | | | | | | | |
| E' | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.90** | | | | | | | | |
| R | - | - | - | -0.56* | - | - | - | - | 0.65** | - | 0.58** | 0.71** | - | | | | | | | |
| C.s | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.81** | 0.79** | 0.77** | 0.61** | - | 0.70** | | | | | | |
| P.j | 0.50* | - | 0.53* | - | - | - | - | - | - | 0.52* | - | - | - | - | - | | | | | |
| S.f | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.58** | - | - | - | - | - | | | | |
| C.a | - | - | - | -0.53* | - | -0.51* | - | - | 0.50* | 0.59** | 0.73** | 0.55* | - | 0.52* | 0.69** | - | 0.74** | | | |
| D.h | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.86** | 0.66** | 0.76** | - | - | 0.61** | 0.73** | - | - | - | | |
| G.z | 0.56** | - | - | - | - | - | - | - | 0.75** | 0.75** | 0.71** | - | - | - | 0.54* | - | - | - | - | 0.59** |

※ Tem.: Temperature, Sal.: Salinity, COD: Chemical oxygen demand, DIN: Dissolved inorganic nitrogen, DIP: Dissolved inorganic phosphorus, SiO₂ : Silicon dioxide, SS : Suspended solid, Chl a: Chlorophyll a, Spe. : Species, Ind. : Individual number, Bio. : Biomass, C.s : *Chaetodontoplus septentrionalis*, P.j : *Pempheris japonica*, S.f : *Siganus fuscus*, C.a : *Choerodon azurio*, D.h : *Diodon holocanthus*, G.z : *Goniistius zonatus* .

제주남부해역 환경특성 연구에서 질산성 질소와 인산 인의 농도는 동계에 높은 농도값을 나타내다 하계로 갈수록 낮아지며, 특히, 인산 인은 식물플랑크톤 대증식이 일어나는 시기에 낮고 그 이후 계절에서는 높게 나타나고 (Choa & Lee, 2000), 춘계에서 동계까지 수온 하강에 의해 식물플랑크톤 활동이 저하하여 소모가 낮기 때문에 동계에 최대, 하계에 최소 농도를 나타낸다 (Choi et al., 1992). 규산규소의 경우 수온이 상승하는 시기와 다량의 강우로 인해 육상 유입수가 증가하는 춘계와 하계에 높은 농도를 보였고, 해역별로는 춘계에 신흥리, 하계에 신창리인 서부와 동부해역에서 높게 나타났다. 이는 제주연안 규산규소의 농도 분포특성은 육상 하천수 유입량에 따라 시기 및 지역별로 농도차가 다르게 나타나고, 서쪽해역에 비해 동쪽해역에서 높게 나타난다 (Choa & Lee, 2000; Choi et al., 1989). 부유물

질 (SS) 의 평균값은 1.634mg/L (1.200~2.100mg/L) 로 조사기간 중 춘계에 높고, 춘계에 낮게 나타났으며, 해역별로는 북촌리와 신창리에서 낮고, 사계리와 신흥리가 높게 나타났지만, 이 중 동부해역인 신흥리에서 가장 높게 나타났다. 클로로필 a 의 계절별 평균 농도범위는 0.905~1.251 μg/L 으로 동계 (0.905 μg/L) 에 낮고, 하계 (1.251 μg/L) 에 높게 나타났으며, 해역별로는 SS 분포와 유사하게 신흥리 해역에서 가장 높은 농도를 나타냈다. 이처럼 클로로필 a 농도변화는 수온 상승 및 육상 유입수 증가로 인해 영양염류가 최대로 증가하는 하계에 DIN, DIP 농도는 반대양상으로 가장 낮게 나타나고 있어 식물플랑크톤의 대증식에 따른 영양염 소모와 일치한다는 기존 연구 (Choa & Lee, 2000; Choi et al., 1989; Choi et al., 1992) 들과 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

<Table 9> Comparison of fish assemblages in the coastal waters of Jeju Island, Korea

| Study site | Sampling method | Number of species | | | Dominant species | Reference |
|---|-------------------------------------|-------------------|--------|---------|--|--------------------|
| | | Order | Family | Species | | |
| Northern part of Jeju Island (Pukchon) | Set net | | 26 | 36 | <i>Trachurus japonicus</i> <i>Todarodes pacificus</i> <i>Chromis notatus</i> | Go and Shin (1988) |
| Southern part of Jeju Island (Hawsun) | Set net | | 21 | 36 | <i>Trachurus japonicus</i> <i>Apogon semilineatus</i> <i>Todarodes pacificus</i> | Go and Shin (1990) |
| Northern part of Jeju Island (Hamduck) | Small beam trawl | 9 | 35 | 58 | <i>Aulichthys japonicus</i> <i>Pterogobius zonoleucus</i> <i>Rudarius ercodes</i> | Go and Cho (1997) |
| Southern part of Jeju Island (Munsom) | Diving Fishing Fish pot | 8 | 35 | 79 | <i>Pomacentridae</i> <i>Labridae</i> <i>Scorpaenidae</i> | Myoung(1997) |
| Western part of Jeju Island | Trammel net Gill net Fish pot | 13 | 45 | 81 | <i>Pseudolabrus sieboldi</i> <i>Sebastes marmoratus</i> <i>Stephanolepis cirrhifer</i> | Lee et al., (2009) |
| Dok-do | Trammel net | 8 | 23 | 53 | <i>Thamnaconus modestus</i> <i>Sebastes schlegelii</i> <i>Sebastes thompsoni</i> | Lee et al., (2010) |
| Eastern, Western Southern, Northern part of Jeju Island | Trammel net | 12 | 48 | 83 | <i>Stephanolepis cirrhifer</i> <i>Sebastes marmoratus</i> <i>Sebastes inermis</i> | Present study |

제주연안에서 2012년부터 2013년 까지 삼중자망으로 어획된 어류는 총 12목 48과 83종이 출현하여 이 중 농어목 어류가 전체 출현종의 43.0%를 차지하고 있었다. 년도별 출현종수 변화는 2012년 67종, 2013년 66종으로 2013년에 출현종수가 감소하였지만, 개체수와 생체량은 2012년에 비해 증가한 것으로 나타났으며, 조사기간 중 2개년 간 공통으로 출현한 종은 48종 이었고, 그 해에만 출현한 종은 2012년 17종, 2013년 16종으로 나타났다. 삼중자망과 기타 어구를 사용하여 어류 종조성에 대해 기존 연구결과와 비교해 보면, 제주도 북부와 남부해역에서 36종, 빙트롤을 이용한 제주북서해역 58종, 제주남부 문섬 주변해역에서 79종, 제주 서부해역에서 81종 및 동해안 독도 주변해역에서 53종 이었으며, 본 연구에서는 83종으로 가장 높은 출현종수를 보였다 <Table 9>. 최근, 제주 서부해역에서 조사된 (Lee et al., 2009) 결과에 의하면, 3개 어구 (삼중자망, 자망 및 통발) 를 사용하여 총 81종이 출현한 것으로 보고 되었고, 이보다 출현종수가 높게 나타

난 본 연구에서 삼중자망 1개 어구만을 사용하여 총 83종이 출현했다는 결과는 2009년도 이후 제주연안에 새롭게 가입되는 어종들이 해마다 증가한 것으로 판단된다.

해역별 출현종수의 변화는 남부해역이 55종으로 가장 높았고, 다음으로 북부 (48종), 동부 (46종), 서부 (42종) 순이었으며, 개체수와 생체량의 경우도 남부해역에서 가장 많은 출현량을 나타냈다. 이처럼, 제주연안 해역 중에서 남부해역에서 출현 종수가 높게 나타나는 요인으로는 여러 환경요인이 있지만, 우선, 북부해역은 수온이 가장 낮게 나타나는 동계에 평균 13℃ 이하로 저수온을 나타낸 반면, 남부해역에서는 동계에도 평균 15℃ 이상의 비교적 고수온을 유지하기 때문에 제주연안에서 계절별로 회유하는 여러 어종들의 월동장 내지 성육장으로 이용할 수 있는 적합한 환경이 조성되어 제주남부해역에서 출현 가능성이 높은 것으로 판단된다. 계절별 출현상황의 경우 동계에 가장 낮고, 수온이 점차 상승하는 춘계부터 증가하기 시작하여 하계에 가장 높은 출

현량이 나타났으며 추계 이후에 점차 감소한 것으로 나타났다. 또한, 다른 시기에 출현하지 않고 하계에만 유일하게 출현한 종은 7종 (돌가자미, 날뚝양태, 실놀래기, 구갈돔, 용치놀래기, 양태, 황매통이) 으로 아열대성 어종과 온대성 어종이 다양하게 출현하고 있었다. 이러한 현상은 봄에서 여름으로 가는 시기 및 수온이 상승하는 시기에 어류 종조성이 높게 나타나는 기존 연구들 (Go & Shin, 1988; Cha, 1999, Lee et al., 2009, Kim et al., 2012) 과 유사한 출현양상을 나타냈고, 고수온이 형성되는 시기인 하계에 외해역 내지 난류권역에서 서식하는 어종들이 산란과 번식을 위해 기초 생산력이 풍부한 연안역으로 이동하기 때문에 이시기에 기존 온대성 및 아열대성 어류 등 새로운 종들이 제주연안으로 가입될 가능성이 크다고 판단된다.

제주연안에서 출현한 군집 우점종 변화의 경우 해역별, 계절별로 최상위 우점종은 쥐치 로써 본 종이 제주도에 전 연안에 서식하는 어종 중 대표적인 정착종으로 나타났다. 각 해역별 우점종 순위는 북촌리와 신흥리 에서는 서로 다른 종들이 우점양상을 보였지만, 사계리와 신창리 에서는 군집 제 1~3위 우점종이 쥐치, 청줄돔, 솜뱅이 순으로 같은 우점순위를 나타냈으며, 이들 주요 3종이 차지하는 비율은 전체의 34% 이상을 차지하고 있었다. 계절별 우점종 양상의 경우 군집 제1 우점종인 쥐치를 제외하면, 해역별 출현양상과는 상이하게 다양한 종들이 우점순위를 차지하고 있었으며, 동계와 춘계에 우점종 양상은 대부분 온대성 어류로 나타났지만, 하계부터 아열대성 어류인 청줄돔이 상위 5% 이상을 차지하며 우점종으로 나타나기 시작하여 추계에는 청줄돔, 가시복, 독가시치가 제 3, 4, 5위 우점종을 차지하고 있어 계절별 아열대 어종 우점양상은 추계에 가장 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

해역별, 시기별 군집지수 변화의 경우 우점도 지수(DI) 0.40~0.73, 종 다양도 지수 (H') 2.92~3.14, 균등도 지수 (E') 0.75~0.83, 종 풍도지수

(R) 7.06~8.56 로 해역별로는 풍도지수 를 제외한 서부해역인 신창리 에서 다른 해역에 비해 높게 나타났으며, 계절별로는 춘계와 하계에 종 다양도 및 풍도지수가 높고, 동계와 추계에 낮은 경향을 보였다. 이러한 결과를 기 보고된 연구와 비교해 보면, 우선 제주도 주변 대마난류와 황해 냉수가 영향을 미치는 수괴권역을 두 가지로 나눠 생태계 구조와 영양단계 분석한 (Choi et al., 2008) 결과 대마난류권역의 종 다양도 2.95~3.39 로 본 연구결과와 비교적 유사한 값을 보였고, 우리나라 근해 저층트물 어획물 조성에서 (Kim et al., 2010; Kim et al., 2011)에서 각각 1.57~2.44, 0.11~1.79, 제주 동부해역 유조 어류상 (Park & Rho, 2002) 0.10~1.01, 독도주변해역 어류상 (Lee et al., 2010) 0.43~2.44, 제주도 서부해역 (Lee et al., 2009) 2.80~3.22 의 범위에 비해 본 연구결과의 종 다양도 값이 높게 나타났으며 시기별로는 본 연구결과와 같은 양상으로 수온이 점차 상승하는 시기인 하계에 높게 나타났다.

제주도 주변해역은 동중국해에서 북상하는 대마난류수의 영향을 받아 해수의 순환이 활발히 일어나 생물가입 및 종 다양성이 매우 높게 나타나게 되고 (Snelgrove & Butman, 1994), 여러 수괴들의 직·간접적 영향으로 제주연안 해양환경은 다양하고 복잡성을 지녀 열대 및 아열대성 생물들이 서식하여 독특한 생태계를 나타 낸다 (Yang et al., 2007). 조사기간 동안 제주연안에서 아열대성 어종은 총 41종이 출현하였고, 이는 총 출현종 (83종) 중 전체의 49% 이상의 출현율을 나타냈다. 연도별 출현율의 경우도 2012년 47%, 2013년 48% 로 해마다 증가하고 있는 추세이며, 해역별로는 대마난류수의 직접적인 영향을 받는 남부해역과 동부해역에서 출현율이 높게 나타났다. 계절별 변화의 경우도 연중 수온이 가장 높게 상승하는 하계에 29종, 출현율 50% 이상으로 높게 나타나고 있었다. 또한, 4개 조사해역에서 공통으로 출현한 종은 26종으로 이 중 아열대성 어종은 14종 으로 나타났고, 분류군별 출현양상은 놀래

기과 (Labridae) 어류에서 6종, 양불락과 (Scorpaenidae) 어류 5종, 동갈돔과 (Apogonidae) 어류 3종의 순으로 나타났다. 최근 제주도 해역에서는 새로운 아열대성 어류들이 출현하고 다양한 연구 활동으로 많은 종들이 새로이 밝혀짐으로써 아열대 어종 및 미 기록종이 해마다 증가하고 있다 (Choi et al., 2003). 제주도 남부해역 및 문섬 주변해역을 중심으로 어류상에 대한 기존 연구결과를 살펴보면, 제주도 문섬 주변에서 총 79종 중 아열대 어종 55종 (69%) 이 출현하였고 (Myoung Jung-Goo 1997), 이후 2013년에 같은 장소에서 동일한 방법으로 조사한 결과 (Choi et al., 2013) 총 91종 중 아열대 어종 60종 (66%), 제주남부 서귀포 및 대정연안의 수중 잠수조사에 의해 총 140종 중 아열대 어종 108종 (77%) 출현하였다 (Choi et al., 2003). 이처럼, 기존 연구결과에 비해 본 연구에서 아열대어종 출현율은 49% 로 비교적 낮게 나타났지만, 앞의 연구들은 제주도에서 생물다양성이 상대적으로 높은 제주 남부해역의 무인 섬들을 중심으로 수중잠수 방법으로 집중적으로 조사하였기 때문에 소형 어류를 비롯한 미 기록종과 아열대성 어종의 출현율이 상대적으로 높게 나타난 결과로 판단된다. 그러나, 본 연구해역은 해녀 및 어민들이 직접 생업에 종사하는 마을어장을 중심으로 조사하였다. 이처럼 마을어장에서 아열대성 어류 출현율이 해마다 증가하고 있다는 것은 제주남부해역을 중심으로 새로운 어종들이 가입 및 서식으로 정착화 되면서 서식면적을 확장함에 따라 점차 북상하여 계절별로 연안회유를 하기 때문에 마을어장까지 확산된 것으로 판단되며, 최근, 제주도 서부연안 마을어장에서 조사된 Lee et al. (2009) 의 연구결과에서도 아열대 어종 출현율이 48% 로 나타나 이러한 현상을 잘 반영한다 할 수 있다.

아열대해역에서 다양한 해양생태계를 형성하기 위해서는 평균수온이 연중 18~20°C (Kwon et al., 2007) 이상을 유지되어야 하고, 염분이 높고 빛과 탁도가 낮아야 하며 (Nybakken, 1993), 영양

염 농도가 낮고 (Furnas & Mitchell, 1987), 식물플랑크톤의 현존량과 생물량은 낮지만 (Yahel et al., 1998), 일차생산력이 높은 것이 특징이다 (Sorokin, 1995). 제주연안에서 출현한 아열대 어류 중 생체량 우점종과 군집지수 및 해양환경요인과의 상관분석 결과 수온이 아열대 어류 종조성 군집에 밀접한 상관관계가 나타났고, 특히, 수온과 개체수 관계에서 비교적 높은 양의 상관관계 ($r=0.73$) 가 나타난 것은 보아 산란 및 번식과 관련하여 아열대 어류 개체수 군집을 이루기 위해서는 여러 환경요인들 중 수온이 가장 중요하며, 영양염류 (DIN, DIP) 농도는 아열대 어류 종조성 군집에 대부분 음의 상관관계를 나타내 앞의 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다. 이처럼, 해양생물의 서식 및 성장에 중요한 요인인 영양염류의 적정한 농도범위 형성 유무에 따라 아열대 해양생태계 및 어류 군집구조에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

기후변화에 따라 제주연안은 아열대화로 급속히 진행되는 과정에서 물리, 생물학적으로 해양생태계의 변화가 나타나고 있다. 이러한 생태계에서 먹이사슬 상위그룹을 차지하는 어류의 종조성, 우점양상 및 군집구조 변화가 연도별로, 계절별로 뚜렷한 변화를 보이고 있으며, 새로운 종의 지속적인 가입과 제주도 연안에서만 서식했었던 어종들이 남해안 및 동해안 까지 정착화 되어 서식하고 있는 추세로 이러한 현상은 앞으로도 증가할 것으로 예측되는 가운데 해양생태계 변화에 따른 지속적인 모니터링 조사와 해양생물의 군집생태학적 연구가 절실히 요구되며, 해마다 출현율이 증가하고 있는 아열대성 어류에 대해 수산자원으로써 이용할 수 있는 연령, 성장 등 자원생태학적 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 요약 및 결론

제주연안에서 서식하는 어류의 군집구조와 계

절별 해양환경 변화를 파악하기 위해 2012년부터 2013년 까지 삼중자망을 이용하여 어획물 종조성 및 계절변화를 분석하였다.

1. 연도별 평균 수온과 염분은 각각 18.8℃, 33.7psu (2012), 18.8℃, 33.8psu (2013) 로써 비교적 안정된 수괴를 형성하고 있었다. 영양염류 분포는 용존무기질소 (DIN) 0.030~0.217mg/L, 용존무기인 (DIP) 0.002~0.010mg/L, 규산규소 (SiO₂) 0.096~0.292mg/L 로 나타났다. 식물플랑크톤 chlorophyll a 분포는 0.905~1.251μg/L 의 범위로써 하계에 높고, 동계에 가장 낮게 나타났다. 부유물질 (SS) 의 분포범위는 1.200~2.100mg/L (평균 1.634mg/L) 로 추계에 높고, 춘계에 낮게 나타났다.

2. 조사기간 동안 총 12목 48과 83종이 출현하였으며 농어목, 쏨뱅이목 어종이 전체 출현종의 63.9% 를 차지하고 있었다. 시기별 출현종수는 고수온기인 하계에 57종을 가장 많이 출현하였고, 저수온기인 동계에 47종으로 가장 적게 출현하였다. 시기별 출현개체수와 생체량은 하계에 694개체, 151.9kg 으로 가장 높았으며, 추계에 466개체, 106.5kg 으로 낮았다.

3. 해역별 종 다양도 (H'), 균등도 (E') 및 종 풍부도 (R) 지수의 범위는 각각 2.92~3.14, 0.75~0.83, 7.06~8.56 로 춘계와 하계에 높고, 추계와 동계에 낮게 나타났다.

4. 주요 우점종은 쥐치, 청줄돔, 쏨뱅이, 독가시치, 주걱치 등으로써 이 어종들은 계절에 상관없이 조사해역 내에서 우점 출현하고 있었다.

5. 조사기간 동안 아열대 어류는 총 41종 (49.4%) 이 출현하였으며 시기별 출현종수는 하계에 57종을 가장 많이 출현하였고, 동계에 47종으로 가장 적게 출현하였다.

6. 조사해역에서 출현한 아열대성 어류의 주요 우점종은 청줄돔, 주걱치, 독가시치, 호박돔, 가시복, 아홉동가리, 거북복 등으로 나타났다.

7. 모든 조사 해역에서 종수, 개체수, 생체량에 대한 아열대 어류는 해양환경 요인들과 (클로로

필 a, DIN, DIP, SiO₂) 중요한 상관관계를 보였다.

References

- Bray, J. R. & Curtis, J. T.(1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs, 27, 325~349.
- Cha, Byung-Yul · Kim, Dae-Kwon · Yoon, Jang-Taek & Kim, Byung-Yeob(2008). Composition and Catch Variation of Fishes by a Set Net in the Coastal Waters off Gwideuk, Jeju Island. Korean Journal of Ichthyology, 20, 28~35.
- Cha, Byung-Yul · Chang, Dae-Soo & Kim, Byung-Yeob (2004). Seasonal Variation of Fish Catch by a Set Net in Hamdeuk Fishing Ground off Jeju Island. Journal of Korean Fisheries Society, 37, 65~72.
- Cha, Byung-Yul · Kim, Byung-Yeob & Oh, Sung-Woo(2001). Catch Variation and Fishing Period of the Set Net Fishery in Coastal Waters of Jeju Island. Korean Journal of Ichthyology, 13, 210~219.
- Cha, Byung-Yul(1999). Species composition of fish in coastal water of Goeje Island. Korean Journal of Ichthyology, 11, 184~190.
- Choa, Jung-Hun & Lee, Joon-Baek(2000). Bioecological characteristics of coral habitats around Moonsom, Cheju Island, Korea: I. Environmental properties and community structures of phytoplankton. Journal of Korean Society Oceanography, (The Sea), 5: 59-69.
- Choi, Young-Min · Yoo, Jun-Taek · Choi, Jung-Hwa · Kim, Jin-Go · Kim, Young-Sub & Kim, Jounng-Bin (2008). Ecosystem structure and trophic level to the oceanographic conditions around the waters of Jeju Island. Journal of Environmental Biology, 29, 419~425.
- Choi, Youn & Lee, Heung-Heon(2010). Redescription of the Glasseye Snapper *Heteropriacanthus cruentatus* (Perciformes: Priacanthidae) from the coastal waters of Jeju Island, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 22, 126~128.
- Choi, Young-Chan · Ko, You-Bong & Lee, Joon-Baek(1992). Biological studies of the southern coastal area in Cheju Island. 1; Sea water properties

- of coastal zone around Seogwipo. Journal of Korean Earth Science Society, 13, 327~335.
- Choi, Youn · Oh, Jeong-Kyu & Ra, Hye-Kang(2003). Fish Fauna of the Southern Coastal Waters in Jeju-do, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 15, 120~126.
- Choi, Youn · Kim, Bi & Lee, Heung-Hheon.(2013). The Fish Fauna of Little Munsom in Jeju-do, Korea. Korean Journal of Environmental Biology, 31, 45~52.
- Choi, Young-Chan · Ko, You-Bong & Lee, Joon-Baek (1989). Sea water characteristics around coast line of Cheju Island from June 1987 to April 1988. Journal of Korean Earth Science Society, 10, 54~61.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N.(2006). PRIMER V6: user manual/tutorial. PRIMER-E Ltd, Plymouth, U.K., 1~190.
- Furnas, M. J. & A. W. Mitchell(1987). Phytoplankton dynamics in the central Great Barrier Reef. 2. Primary production. Cont. Shelf. Res., 7, 1049~1062.
- Go, You-Bong & Shin. Heau-Sub(1988). Species occurrence and food chain of fisheries resources, nekton, on the coast of Pukchon, Cheju Island. I. Species composition and diversity. Journal of Fisheries Society, 21, 131~138.
- Go, You-Bong & Shin, Heau-Sub(1990). Species composition and diversity of fisheries resources, nekton off the coast of Hawsun, Southern part of Cheju Island. Korean Journal of Ichthyology, 2, 36~46.
- Go, You-Bong & Cho, Saung-Han(1990). Study on the fish community in the seagrass belt around Cheju Island. I. Species composition and seasonal variations of fish community. Korean Journal of Ichthyology, 9, 48~60.
- Han, Song-Hun · Kim, Maeng-Jin · Choi, Moon-Choi & Song, Choon-Bok(2008). First Record of a Clingfish, *Aspasma minima* (Perciformes: Gobiesocidae) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 20, 224~227.
- Jang, Seung-Min · Kim, Seong-Su · Choi, Young-Chan & Kim, Su-Gang(2006). A Study of Correlations between Air-Temperature of Jeju and SST around Jeju Island. Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, 9, 55~62.
- Kim, Byung-Yeob · Seo, Du-Ok & Lee, Chang-Heon (2009). Catch fluctuation of the Pound Set Net According to Tide Age in the Coastal Waters of Jeju. Journal of Korean Fisheries Society, 42, 83~88.
- Kim, Byung-Jik & An, Jung-Hyun(2010). New Record of Blenny *Omobranchus loxozonus* (Perciformes: Blenniidae) from Jeju Island, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 22, 61~64.
- Kim, Jung-Yun · Kim, Jung-Nyun & Choi, Jung-Hwa (2012). Seasonal Variation of Species Composition in Marine Organisms at Oryukdo in the Southeastern waters off Korea. The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 24, 781~792.
- Kim, Min-Seok · Kim, Do-Su · Kim, Min-Son & Lee, Jong-Gun(2010). A Variation of Fishes Caught by the Bottom Trawl in the Boundary Zone between Busan and Tsushima. The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 22, 341~353.
- Kim, Min-Seok · Kim, Do-Su · Kim, Min-Son · Lee, Jong-Gun · Kim, Jong-Hwa & Kang, Il-Kwon (2011). Distribution Characteristics Composition of Fishes by Bottom Trawl in the Jointly Controlled Waters of the East China Sea. The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 23, 141~152.
- Kim, Maeng-Jin · Kim, Byung-Yeob & Song, Choon-Bok(2008a). First Record of the Thornback Cowfish, *Lactoria fornasini* (Ostraciidae, Tetraodontiformes) from Korea. Korean Journal of Ichthyology 20, 324~326.
- Kim, Maeng-Jin · Kim, Byung-Yeob & Song, Choon-Bok (2008b). First Record of Carangid Fish, *Carangoides oblongus* (Carangidae, Perciformes) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 20, 129~132.
- Kim, Maeng-Jin · Kim, Byung-Yeob & Song, Choon-Bok(2008c). First Record of the Sleek Unicornfish, *Naso hexacanthus* (Acanthuridae, Perciformes) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 20, 66~69.
- Kim, Maeng-Jin · Han, Song-Haun & Song, Choon-Bok(2010a). First Record of the Bothid Flounder, *Arnoglossus polyspilus* (Bothidae, pleuronectiformes) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 22, 132~135.
- Kim, Maeng-Jin · Han, Song-Haun & Song, Choon-

- Bok(2010a). First Record of the Goby, *Redigobius bikolanus* (Perciformes: Gobiidae) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 22, 206~209.
- Kim, Jae-Woo · Kim, Ha-Won · Huh, Seung-Hoi & Kwak, Seok-Nam(2011). Seasonal variation and species composition of fish species in artificial reefs in the Shinyang-ri coastal waters off Jeju Island, Korea. Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, 47, 118~127.
- Kim, Yong-Uk · Myoung, Jung-Goo · Kim, Young-Sub · Han, Kyong-Ho · Kang, Chung-Bae & Kim, Jin-Goo(2001). Marine Fishes of Korea. Hanguel Graphics. Pusan, 382.
- Ko, Jun-Cheol · Kim, Jun-Teck · Sang-Hyun & Rho, Hong-Kil(2003). Fluctuation Characteristics of Temperature and Salinity in Coastal Waters around Jeju Island, Korea. Journal of Fisheries Society, 36, 306~316.
- Ko, Jin-Pil · Go, You-Bong · Lee, Seung-Jong & Kim, Seoung-Gun(2004). Species composition and Behavioral Characteristics of Fishes Observed around Underwater Cage System for the Abalone *Haliotis discus* in Coastal Waters of Jeju Island, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 16, 155~164.
- Kwon, Young-Ah · Kwon, Won-Tae · Boo, Kyung-On & Choi, Young-Geun(2007). Future Projections on Subtropical Climate Regions over South Korea Using SRES AIB Data. Journal of the Korean Geographical Society, 42, 355~367.
- Lambshead, P. J. D. · Platt, H. M. & Shaw, K. M. (1983). The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. J Nat Hist 17, 859~874.
- Lee, Chang-Hoon & Choi, Chan-Moon(2008). Catch fluctuation of the rectangular set net according to the tide age in the coastal waters of Jeju. Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, 44, 112~119.
- Lee, Hae-Won · Hong, Byung-Kyu · Sohn, Myong-Ho · Chun, Young-Yull · Lee, Dong-Woo · Choi, Young-Min & Hwang, Kang-Seok(2010). Seasonal Variation in Species Composition of Fish Collected by Trammel Net Around Dokdo, East Sea of Korea. Korean Journal of Fisheries Aquatic Sciences, 43, 693~704.
- Lee, Seung-Jong · Ko, Jun-Cheol · Yoo, Jun-Taek · Im, Yang-Jae · Kim, Byung-Yeob & Kim, Joo-Il (2009). Species composition and seasonal variation of fish assemblage of the western coastal waters of Jeju Island, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 21, 167~176.
- Margalef, D. R.(1958). Information theory in ecology. General systems, 3, 36~71.
- Masuda, H.·Amaoka, K. · Araga, C. Uyeno, T. & Yoshino, T.(1992). The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press. Tokyo, pls. 378, 456 pp.
- McNaughton, S. J.(1967). Relationship among functional properties of California grassland. Nature, 216, 168~169.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries(2005b). Standard methods of marine environment in Korea. Jung In I&D. Seoul, 42~69.
- Myoung, Jung-Goo(1997). The fish fauna of Munsom in Cheju-do, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 9, 5~14.
- Nakabo, T.(1933). Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai University Press. Tokyo, 1474.
- Nybakken, J. W.(1993). Marine Biology (3rd ed.). Harper Collins College Publ., New York, 462.
- Oh, Taeg-Yun · Cha, Hyung-Kee · Chang, Dae-Soo · Hwang, Choul-Hee · Nam, Yun-Ju · Kwak, Seok-Nam & Son, Min-Ho(2010). Seasonal variation and species composition of fishes communities in artificial reef unit at marine ranching area in the coastal waters off Jeju Island, Korea. Journal of the Korean Society of Fisheries Technology, 40, 139~147.
- Park, Jong-Hwa · Hwang, Kang-Seok & Kang, Young-Shil(2000). Variation of Fishing Condition and the Winter Warming in Korean Waters. Journal of Korean Society Fisheries Research, 3, 77~87.
- Park, Jeong-Ho & Rho, Sum.(2002). Study of the fish fauna associated with drifting seaweed in northeastern coastal waters of Cheju, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 14, 36~44.
- Park, Jeong-Ho · Kim, Jin-Koo · Choi, Jung-Hwa & Choi, Young-Min(2008). First Record of a Jawfish, *Opistognathus hongkongiensis* (Opistognathidae:

- Perciformes) from Korea. Korean Journal of Ichthyology, 20, 74~77.
- Parsons, T. R. Maita Y. & Lalli, C. M.(1984). A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, U.K., 1~173.
- Pielou, E. C.(1969). An introduction to mathematical ecology. pp. 291~331, Wiley-interscience.
- Shannon, C. E. & Wiener, W.(1949). The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Chicago, 125.
- Snelgrove, P.V.R. & Butman, C. A.(1994). Animal-sediment relationships revisited : cause versus effect. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, 32, 111~177.
- Sorokin, Y. I.(1995). Coral Reef Ecology. Springer Verlag Press, Berlin, 465.
- The Korean Society of Systematic Zoology(1997). List of animals in Korea (excluding insects). Academy Press. Seoul, 200~480.
- Yang, Moon-Ho · Moon, Tae-Seok · Yoo, Jun-Taek · Ko, Jun-Cheol & Chang, Dae-Soo(2007). Species appearance and seasonal variation of macrobenthic invertebrate in the coastal water of Chagwi-do, Jeju Island. Korean Journal of Malacology, 23, 235~243.
- Yahel, G. · Post, A. F. · Fabricius, K. · Marie, D. · Vaulor, D. & Genin, A.(1998). Phytoplankton distribution and grazing near coral reefs. Limnology and Oceanography, 43, 551~563.
-

- Received : 09 July, 2014
- Revised : 05 January, 2015
- Accepted : 16 February, 2015